U. S. F. I. LIBRARY
AUG 24 1959
FISH & WILDLIFE SERVICE

NO. 8 Nov. 1956

BULLETIN OF TOHOKU REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

東北海區水產研究所研究報告

第8號

水 產 廳
東北海區水產研究所
宮城縣塩釜市
昭和31年11月
TOHOKU REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
SHIOGAMA, MIYAGI PREF., JAPAN

東北海區水產研究所　研究報告　第8號

目　　次

サンマの脊椎骨數……小達　繁　1

サメのビタミンAに關する研究　第2報　不鹸化物の檢索（1）……山村彌六郎・武藤清一郎　15

アマノリ類の糸狀体の單胞子放出について（海での實驗）……黒木宗尙・平野和夫　27

アサクサノリの糸狀体の生長・單胞子嚢形成・單胞子放出と水溫との關係……黒木宗尙・平野和夫　45

養殖海苔の色澤變化に關する研究　第3報　所謂夏ノリの脂溶性色素及び水溶性色素の變化について……佐野　孝　62

乾ノリに關する研究　第2報　ノリ簀についての考察……梅本滋・谷田專治　70

サンマの脊椎骨數※

小達繁

THE VERTEBRAL NUMBER OF THE SAURY, *COLOLABIS SAIRA* (BREVOORT)

By
Shigeru ODATE

Investigations were made on the vertebral numbers of 1,700 saury larvae collected mainly by the larva net in the Tôhoku, Izu and Circum-Kyushu Regions for the period from 1949 to 1956 and on 6,300 individuals of the commercially caught fish during the fishing seasons in the Tôhoku Region in fall of the four years, 1951 to 1954, and the following knowledge was gained.

1) The mean vertebral number of each schools of the larvae under 30 mm in body-length fell in the specific range in the same region. There were a cline of the mean value of vertebral number from north to south, namely, the mean value of the total samples was about 64.94 in the Tôhoku Region, 64.64 in the Izu Region and 64.54 in the Circum-Kyushu Region.

2) The mean surface water temperature in the southern region where larvae were collected was higher than in the north, and the temperature variation by year and season was very large within the regions. Therefore, the variation in the mean vertebral counts of the larval saury is presumed to be local variation.

3) There was a difference in the mean vertebral counts between the larvae under 34 mm and those over 35 mm in body-length in the Izu Region. The mean value of the vertebral number of the group over 35 mm was 64.84.

4) The vertebra of modified form which has a very large centrum as compared with the normal one or bears two separate spines in one centrum was noticed. The modified vertebra appeared usually at the second position from the end (excluding the urostyle). The percentage of the fish with modified vertebra was about 28 per cent among the larvae under 24 mm in body-length.

5) The mean number of the vertebral counts was between 64.50 and 65.50 and the modal value centered at 64.90 during the four years except 1953 (then the value was 64.70). The mean vertebral counts of the group over 30 cm were higher than those of the medium ones (25 to 28 cm in mode). From the results of the investigation, it was inferred that in some years the fish group with high vertebral numbers

※ 東北海区水産研究所業績 第85号

dominated in the fishing ground and this indicates the difference of the source of recruitment by year. Judging from the information of the vertebral number, the larvae born in the Tôhoku Region in summer and fall and in the Izu Region in winter and spring are considered to contribute largely to the commercial catch.

緒　　言

魚群の平均脊椎骨数が Population 研究の上でよく使用されるのは、通常計測される形質の中でそれが種族的な差異（或は Population 内部の不均質性）ないしは地方的変異を表すと考えられるからである。そしてこれらの脊椎骨数の変異が種族的即ち遺伝的に固定しているものか、個体発生の環境要因によつて決定されるのかどうかという問題はかなり論議が繰返されている。しかし各種魚類の研究で、卵発生初期の環境の変化（主として水温）が平均脊椎骨数の変異を生ずるであろうこと、そして同一種内での平均脊椎骨数は南で低く北で高いということ（平均値の傾斜）が一般に認められている。我が国の重要魚種の一つであるマイワシでは脊椎骨数による資源研究が古くから行われ、特に近年はその組織的調査と相俟つてかなりの成果を收めている。

サンマについては、脊椎骨数を使用して Population を解析した研究は殆どないが、畑中(1956)は、稚魚の平均脊椎骨数に南低北高を認め、秋季東北海区の漁獲サンマの脊椎骨数との関係から、これらの漁獲魚は主に東北海区で夏季に発生したものであろうと考えた．亦久保(雄一)は秋季南下群について若干の解析を発表した(1954)。しかしサンマの場合、漁獲成魚はかなりよく調査されてきたが、稚魚期•幼魚期の標本の入手が困難であるので（通常調査船が曳航する稚魚網及び定置網で採捕される）、産卵場或は稚•幼魚の分布状態等が充分明かでない。本報告では、1949 年以降主として太平洋側の本邦近海で採集された稚・幼魚の脊椎骨数と、顯微鏡で観察された稚魚の脊椎骨の異常個体について吟味し、秋季多量に漁獲される成魚との関係を考察したものである。

海洋調査・漁場調査の際稚魚調査に協力された靜岡から青森に至る太平洋側各都県の試驗船乗組員並びに調査担当者各位に感謝の意を表する。特に九州大学内田教授，東海水研中井技官，東京都水試小西技師，和歌山県水試鈴木技師，山口県水試伊藤技師には稚魚資料を送附して戴いた。亦東北大学畑中博士並びに関野氏には種々の御忠言を戴き一部資料を使用させて貰つた。併せて深く御礼を申し上げる。

又御指導と御校閲をわづらわした本所々長木村喜之助博士、有益な助言を得た堀田•川崎•福島各技官及び調査に協力された相沢君初め本所資源部の諸君に感謝する次第である。

I.　材料と方法

サンマの産卵期は非常に長期に亘るので、稚魚の出現時期は各地域によつて異る。一般に太平洋側では薩南海区 12 月～5 月，紀南海区 12 月～3 月，伊豆諸島海区 12 月～5 月，東北海区南部

2月～5月，及び11月・12月，そして東北海区北部では7月～9月、年によつては10月・11月にもサンマ稚魚の分布が見られる（畑中 1956, 小達 1956)。ここで取扱つた資料は 1949 年から 1956 年の期間の海洋・漁場調査の際稚魚網で採集した稚魚及び夜間集魚灯で集めてタモ網で採捕した稚•幼魚の中の約1,700尾と、1951年から1954年に東北海区で秋季棒受網によつて漁獲された成魚（塩釜陸揚のもの）約 6,300 尾について脊椎骨数を計測した。体長（肉体長）50 mm 前後以下の稚魚は Clothier の方法によつて染色した後顕微鏡で計測し、50 mm 前後以上の幼魚及び若年魚は Softex で撮影して数え、成魚はそのまゝ解剖した。

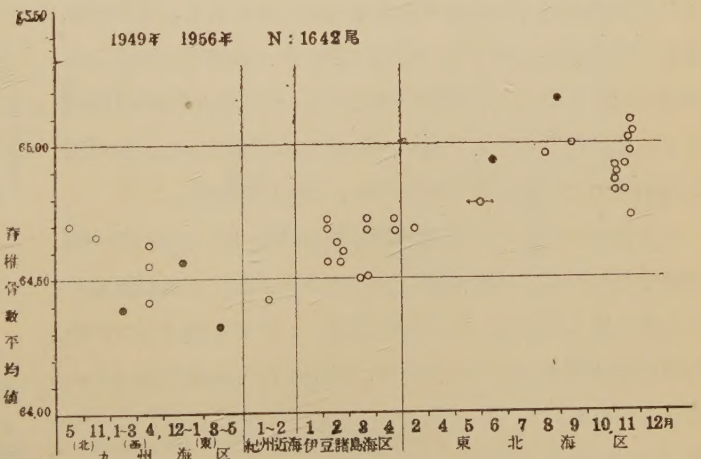
サンマは年令査定が確立されていないので、年令別に級分けするのはかなり難しい。併し一般に秋季東北海区の漁獲物には大型魚と中型魚に分けられる二つ又はそれ以上の体長群が出現する。そして同一発生群の体長組成分布は正規型をとるから、体長分布の Mode 附近の個体は同一系統のものとして、脊椎骨数においてもその群の代表値を示すと考えられる。そこで群別脊椎骨数の平均値にはこの様な群を単位として取扱うのが良いと考える。但し稚魚の場合1群の標本数が少いもの（略ゞ 20 尾以下）は、時期・分布・体長の同じ様なものを合計して使用した場合もある。亦1群の尾数（1網の採集数）が多い場合には50尾を抽出して計測した。サンマの場合脊椎骨数は Urostyle を除いて計測した。

II. 稚魚の脊椎骨數

1) 平均脊椎骨数の地方的差異

先づ最初に日本近海の地方的な環境の相違或は同一地域に於ても年による環境の変動が、発生初期のサンマの平均脊椎骨数或はその度数分布にどの様な影響を与えるかを稚魚の脊椎骨数によつて吟味する。即ち稚魚は成魚に比較して移動が小さいから、地域的に隔つた魚群の混合は極めて少いと考えられる。従つて稚魚の脊椎骨数は採集された海区の特性或はその環境の影響を受けたままの様相を示すであろう。この比較の為に30mm以下の体長群を使用する（25～29 mm mode* 群以下)。

第1図は九州近海から東北海区に至る太平洋側及び九州西部・北部（対馬海峡附近）で採集されたサンマ稚魚の脊椎骨数の群平均値の分布であ



第1図 稚魚の平均脊椎骨數分布（30 mm 以下）
● は畑中（1956）による ←○→ は月平均値

* 稚・幼魚の体長組成は 5 mm 間隔に級分けしてある。

る。この図から明かなように、九州近海の各群と東北海区の群とは、夫々群平均値の分布が異る。亦伊豆諸島海区の各群は略々両者の中間に平均値が分布し、北から南への平均脊椎骨数の傾斜が明瞭である。即ち東北海区では秋季に発生した各群（1群21～122尾）の平均値は 64.73～65.10 の間に分布し、夏季に東北海区で発生したと推定される稚魚の月平均値は8月 64.96, 9月65.00 で、秋季発生群と大差はない。亦伊豆諸島海区では各群（26～50尾）の平均値は東北海区のそれより若干低く 64.50～64.73 である。更に九州近海では 64.33～64.64（各群 18～50 尾）という低い値を示す。今これらの標本は採集された海区で夫々発生したものと考えて、各海区間の差異について吟味してみよう。海区毎に集計した脊椎骨数の分布は、Bartlett に従つて Homogenity を検定してみると、

$$\chi^2 = e\,[\,(\log \bar{s}^2)\,S\,(k-1) - S\,(k-1)\,(\log s^2)\,]$$

$$C = 1 + \frac{1}{3\,(n-1)}\left\{S\,\frac{1}{k-1} - \frac{1}{S(k-1)}\right\}$$

第1表　海区間の脊椎骨数平均値の検定（t の値）
（30 mm 以下の稚魚）

海　区	資料総数	脊椎骨数平均値	伊豆諸島海区	九州近海
東北海区	462	64.94	5.51	6.78
伊豆諸島海区	387	64.64	＼	1.77
九州近海	273	64.54		＼

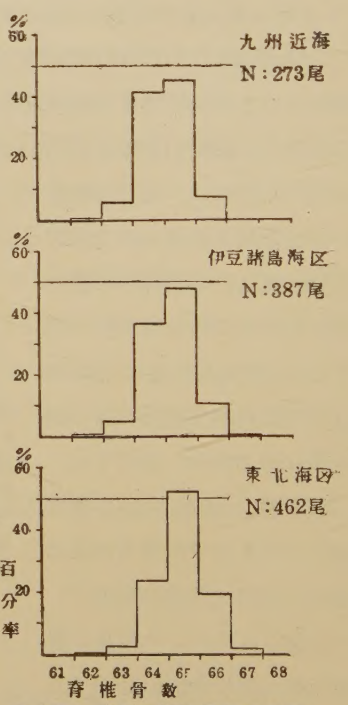
$$t = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1+n_2-2)}{(n_1+n_2)\,S x^2}}$$

$t_0 = 2.586$　　$(n=500 \quad \alpha = 0.01)$
$t_0 = 1.965$　　$(n=500 \quad \alpha = 0.05)$

$\chi^2 = 1.77$ で分散は一様であると認められる。そこで各海区間の平均値の差の有意性を t- 分布によつて検定すると第1表の通りとなる。

即ち東北海区のものは伊豆諸島海区及び九州近海の群との間に各々有意な差が認められる。九州近海群は伊豆諸島海区群と有意な差はないが、各群の平均値の分布は 64.50 を中心とした低い値である。九州東側（畑中 1956）のものは西側のものより低い平均値を示す様である。亦対馬海峡附近ではこれらより若干高い。（第1図参照）。

この調査でサンマの脊椎骨数は稚魚 61～67, 成魚 62～68 の間であつたが、一般に数の少いもの及び多いものの標本中の比率は僅かである。今前述の稚魚について各海区毎の脊椎骨数度数分布を 第2図 に示す。稚魚の場合分布幅は 61～67であつたが、61（東北海区で1尾あつただけ）、62, 63及び67 の標本全数に対する比率は九州近海 6.73％, 伊豆諸島海区 5.41％, 東北海区 4.53％で、大体に於いてどの海区も約 5％ 前後である。亦 65（各海区の頻度分布の mode）は各海



第2図　稚魚の脊椎骨数分布型
（30 mm 以下）

区とも標本中約 1/2（平均して 48.3％）を占め、結局これらの海区の脊椎骨数の平均値は 64 と 66 の相対的比率で決定される。即ち九州近海のものでは 64 と 66 の比は約 5：1 で、64 と 65 は略々同数であるが、北に行くに従つて遂次 64 が減少し（66 が増加）、東北海区では 64 と 66 が殆ど同数となり、65 を中心とした正規分布型をとる。伊豆諸島海区はその中間である。

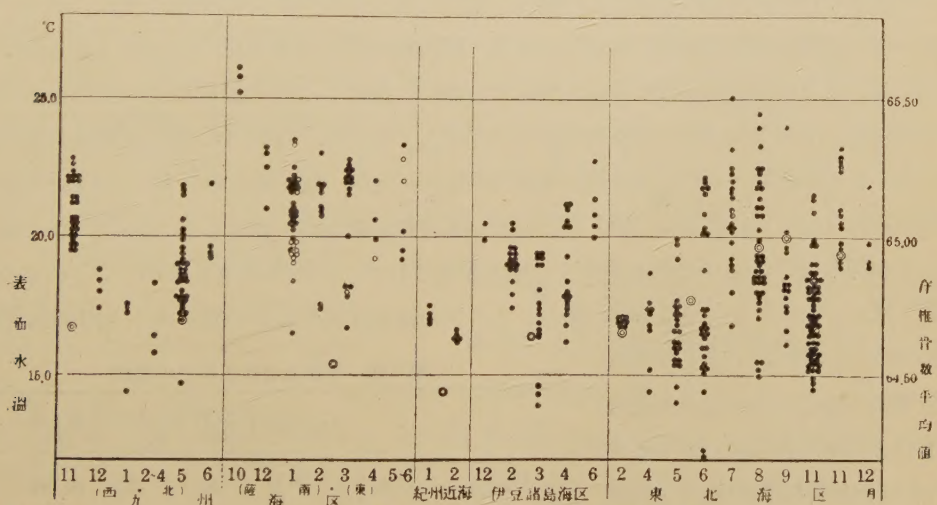
東北海区の 8 月・9 月及び 11 月の稚魚の平均脊椎骨数は他の海区のものに比較して高い値を示すが、東北海区南部水域で初春から初夏にかけて採集された稚魚は比較的低い平均値をもつている（第 2 表）。これらの値は第 1 図に見られる様な脊椎骨数平均値の北から南への傾斜の範囲に入るものであるが、東北海区の group の値より伊豆諸島海区の group のそれに近いものである。亦紀州近海で採集された群は平均値が 64.44 でそれ以北のものより低い値であつた。結局稚魚における平均脊椎骨数は我が国近海の南と北でかなり差があり、東北海区と九州近海を比較すると、両海区の総平均値で約 0.4 個の差をもつているものと推定される。

第 2 表　東北海区南部水域の稚魚の平均脊椎骨数　(30mm以下)

	採集範囲	尾数	脊椎骨数平均値	S.D.
1956年2月	犬吠崎 E 300 浬以内	26	64.69	±0.90
1949年～56年（5月・6月）	金華山以南の水域	47	64.77	±0.72

2）水温との関係

小型稚魚の平均脊椎骨数は、採集された海区間で夫々差をもつことが明瞭となつたが、それらの発生環境の主な指標として水温をとり、これとの関係を考察してみる。第 3 図は各海区の卵・



第 3 図　卵・稚魚の海区別分布水温と平均脊椎骨数
（体長 20 mm 以下　1949 年～1956 年）
◎は脊椎骨数平均値　●は卵・稚魚採集水温　九州近海の中○は東部近海のもの

稚魚（20 mm 以下）の採集時の表面水温の分布と平均脊椎骨数との関係を、第 3 表は各海区の採集時期の平均水温を示す。稚魚の発生時の水温を推測することはかなり困難であるが、極く小さい稚

第3表　卵・稚魚採集時の表面水温平均値
(20 mm 以下の稚魚)

海区	資料	出現期	平均水温
九州近海(対馬海峡)	1952年～55年	5月	18.38
〃	1952年～55年	11月	20.85
〃 (南部)	1949年～55年	10月～6月	21.05
〃 (東部)	1950年～52年	1月～6月	20.40
伊豆諸島海区	1952年～56年	2月～4月	18.43
東北海区(春季)	1949年～55年	2月～6月	16.85
〃 (夏季)	〃	7月，8月	19.93
〃 (秋季)	1954年	11月	17.26
〃 〃	1955年	11月	21.82

* 第3図・第3表の中、九州近海のものは山口・福岡・長崎・鹿児島各県の対馬暖流開発調査に於ける卵・稚魚査定結果資料（主として昭和28年・29年度）及び矢部 (1951) を参照した。

魚では採集された時の水帯に近い環境で（即ちこの期間は略々同一水帯内に漂流していたとする）発生期を経過したものと考え、体長 20 mm 以下の稚魚及び卵の採集水温を使用する。此の図に見られる様に、小型稚魚は全海区を通じて略々 14～23° C の範囲で主に採集されているが、各海区内においては分布水温の季節的変動が認められる。対馬海峡では5月と 11 月で分布水温にかなり差があるが、薩南及び九州東部では一般に高く 19～23° C に多い。伊豆諸島海区では 16～20° C 台で、比較的狭い範囲である。一方東北海区では2月～6月の時期には 15～18° C の低水温に多いが、夏季7月・8月には18～23°C の高水温部に多く、秋季には 15～20°C の水温帯で多く採集される。併し東北海区から薩南海区に至る太平洋側を比較した場合、東北海区では 15～20° C の比較的低水温で、九州南部・東部では 19～23° C の高水温で、伊豆諸島海区はその中間で夫々多く採集されている。従つて見かけ上は、サンマの分布の限界と考えられる南と北或はその中間水域という大きく分けた水域間を比較した場合、稚魚に見られる平均脊椎骨数の差は、サンマの発生水温が南部水域程高い水温帯に偏つている為、即ち発生時の平均水温の高低によるものである様に見える。水温との関連を更に詳しく検討する為に、稚魚の分布水温に非常に大きな差が見られた東北海区秋季の 1954 年と 1955 年の場合を比較してみよう。1954 年の稚魚は銚崎近海から塩屋崎近海に至る水温 14～19°C の広範な水域で採集されたが、塩屋崎以南の 19°C 以上の水帯では殆ど採集されなかつた。然るに 1955 年の同時期には塩屋崎近海に発達した 15～21° C の顕著な潮境の北側即ち 18°C 以下の低水温帯では殆ど採集されず、大部分南側の 20°C 以上の高水温帯で採集されたものである（小達 1956 参照）。この年の体長は前年より小型が多く（10 mm 台及び 15 mm 台の mode 群）、以上の海況及び分布から考えて高水温帯で発生したものと推定されるが、1954 年と 1955 年の採集時の表面水温平均値の差は 4.6° C で、東北海区の平均採集水温と九州近海のそれとの差よりも大きい。そこで 1954 年と 1955 年の標本の脊椎骨数平均値を t-分布

第4表　水温と脊椎骨数との關係

	採集年月	採集場所	尾数	平均水温	脊椎骨数平均値	t
A	1954年 11月	三陸常磐近海	237	17.26	64.84	1.271
	1955年 11月	常磐近海	252	21.82	64.93	
B	1952年～55年5月	対馬海峡	60	17.76	64.70	0.231
	〃 11月	〃	48	20.47	64.67	

$t_0 = 2.586$　$(n = 500,\ \alpha = 0.01)$
$t_0 = 1.987$　$(n = 100,\ \alpha = 0.05)$

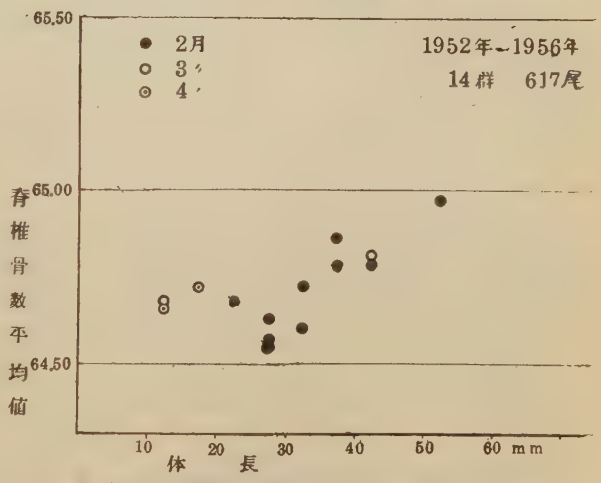
によつて差の検定を試みると第4表Aの通りとなる。即ち1%の危険率で有意な差は認められないから、1954年と1955年の秋季発生群の脊椎骨数に特別の差異があるとは認め難い。むしろ低水温であつた1954年の方が総平均値で低い値を示す。

対馬海峡では毎年5月と11月を中心にサンマ稚魚が採集されるが、この春季と秋季では採集水温に差があり、夫々の総平均値で約2.5°C違う（第3表）。併し両季節の稚魚の平均脊椎骨数は平均値の差の検定結果（第4表B）では有意な差は認められない。亦此の水域の標本は九州南部及び東部より高い平均値をもつている。紀州近海の1月・2月の標本では平均水温16.75°Cであるが脊椎骨数平均値は64.44で低い値を示す。伊豆諸島海区では各月とも18°C前後で大きい水温差はない様であり、脊椎骨数の群平均値は64.50～64.70で、年による変動は非常に小さい（1952年～1956年）

結局海区内に於ける発生環境の変動（ここでは水温）が海区間のそれより大きい場合であつても（例えば東北海区の1954年と1955年の秋季発生群、或は対馬海峡附近の春季と秋季の発生群の様に）、脊椎骨数平均値に変異を生じない場合も見られる。

3) 体長との関係

30 mm以下の稚魚では前述の様に北部水域から南部へかけて平均脊椎骨数の漸減が明かとなつたが、若年魚になると発生場からの移動混合がある為にかなり複雑である。亦地域的に系統的な標本が入手されていないので、50 mm前後以下の体長群が毎年採捕される伊豆諸島海区のものについて検討してみる。即ち第4図は此の海区の体長群毎の脊椎骨数群平均値の分布を示す。此の図によれば、略々35 mmを境として小型稚魚と大型稚魚・幼魚の各体長群の平均値の分布に差が見られる。そこで35 mm以下を10～19mmと20～34 mmの2つのgroupに分けて両者の平均値の差(64.70, 64.64)を検定してみると、$t = 1.13$ $\alpha = 0.01$で有意な差は認められないから、34 mm以下の各群は同一系統群と見て差支えないであらう。ところが34mm以下と35mm以上のgroupの間には第5表に示す様に1%の危険率で有意な差が認められる。第5図の体長組成からも判る様に、これらの大型稚魚は伊豆諸島海区で発生したと推定される小型稚魚と異質であると考えられる。35mm以上の群の平均値は高く、東北

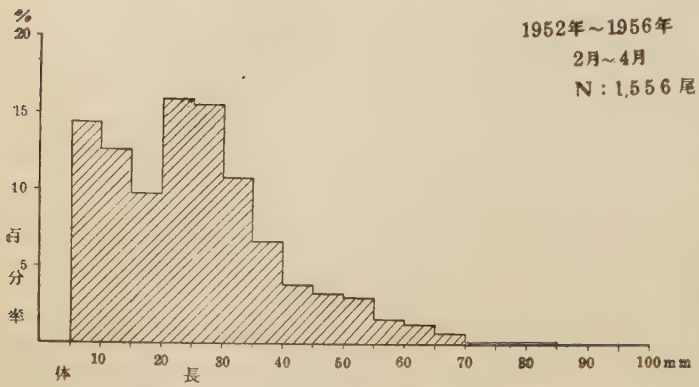


第4図 体長群毎の脊椎骨数平均値（伊豆諸島海区）

第5表 体長による脊椎骨数平均値の差（伊豆諸島海区）

体長階級	尾数	平均値	t
34mm以下	387	64.64	
35mm以上	194	64.84	3.03

$t_0 = 2.586$ $(n = 500,\ \alpha = 0.01)$



第5図　伊豆諸島海区稚・幼魚の体長組成

海区の稚魚に近い値を示す。亦これらの大型稚魚が採集されたのは2月に多かつた。前年の東北海区秋季発生群（約3ヶ月前）、即ち常磐近海のgroupはそこより南部まで連続して分布しているから、その後の成長量を考慮してもこれらの大型稚魚は常磐水域の発生群であろうと推定される。

III.　異常脊椎骨について

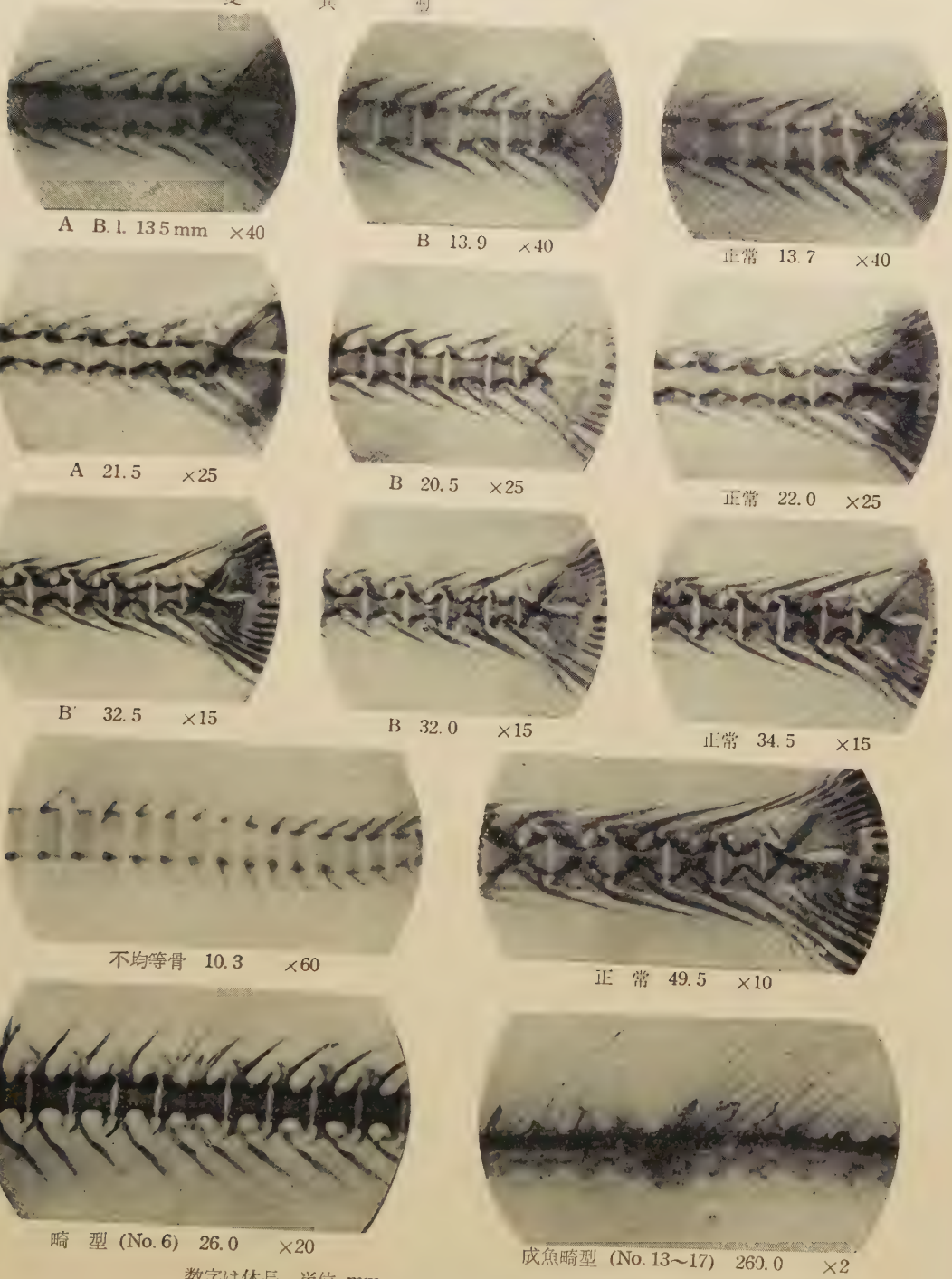
一般に同一種類の魚で脊椎骨数が多く、或範囲の幅をもつて変化する様な魚類（サケ科、ニシン科、カレイ科、タラ科等の或種）では、特定部に異常形体をもつ脊椎骨が認められている。サンマの場合もこの様な異常脊椎骨が観察された。此の異常骨の出現する位置は一定で、通常尾椎の最後から2番目（N-1, Urostyle を含まない）である。これを仮に変異型の脊椎骨と呼び、後述の不特定部位に小数出現する異常脊椎骨と区別して考察する。そして異常形体の程度によつて A（椎体 Centrum の形が前後のそれと比較して大きく、明らかに異常と認められ、時には2本の神経棘 Neural spine 又は血管棘 Heamal spine が癒合して棘の途中から1本となつている場合もある）, B（椎体は大きく夫々2本宛の神経棘と血管棘を持ち、2個の椎体の癒合型と見られるもの、第6図参照）とに分類して観察した。脊椎骨数は棘によらず椎体の数を計数し、癒合したものは1個とし、癒合が不完全で染色したとき椎体の中間に間隙が見えるもの（10mm前後のものに見られる）は2個に数えた。此の外稚魚で部分的に幾つかの脊椎骨が他の部分と比較して不均等のものもあつたが、これらは化骨の進行と共に均等となるものであろう。亦此の特定部位（N-1）以外の特殊位置にも異常脊椎骨（所謂畸型）が認められたが、この出現数は変異型に較べて極めて少い。即ち今までの調査標本中稚魚では第6表の通りであり、成魚でも数尾発見された丈けである（第6図参照）。

第6表　特殊部位に出現する異常脊椎骨（稚魚）

採集海区	年　月	体長 mm	異常骨位置	脊椎骨数
東　北	1954年11月	15.2	No. 25	65
〃	〃	23.3	〃 9	66
〃	1955年11月	15.5	〃 57	61
伊　豆	1956年 2月	33.0	〃 6	63
紀　州	1955年 2月	13.5	〃 31	65
対馬海峡	1953年11月	12.8	〃 58,59	65

今稚・幼魚の中、特定部位（N-1）に出現する変異型の脊椎骨が各群内で占める割合について計算すると第7表の様になる。此の表から判る様に、一般に各海区とも体長 25mm を境としてこの出現率に非常な差が見られる。即ち 24mm 以下の小型稚魚ではA, B 合計して 14～33％、総平均は 28.1％ であるのに、25mm 以上のものでは標本内に0～7％、平均して 4.5％ しか出現しない。これらの異常脊椎骨は主として癒合によつて生

第6図　サンマの脊椎骨の異常型



数字は体長　単位 mm
最下段カッコ内の数字は特殊部位に出現した異常脊椎骨の位置

ずるものと見られるが、10 mm 前後以下の稚魚では化骨が不充分で、一般に染色し難く（但し異常骨の部分は特に明瞭に染色される場合もある）、癒合形成過程で2個の倭小椎体に分離している場合もあるから、脊椎骨数の統計的使用には注意を要する。併しその後成長するに従つて化骨の進行が一様となり、異常形体の識別が困難となつてくる。畑中 (1956) は稚魚の脊椎骨は体長約 25 mm で化骨が完成するとしているので、以上の比率の変化と一致する。

第7表 稚魚の異常脊椎骨（変異型）の出現率 (1954年～1956年)

採集年月	位置	体長組成 mode	尾数	異常脊椎骨数出現率 (A+B)%	A型%	B型%
東北海区						
1954年11月	三陸～常磐近海	以下 20mm	121	28.09	—	—
		20～40 mm	28	7.31	—	—
1955年11月	St.23	10	70	32.85	14.28	18.57
〃	St.25	15	122	33.60	12.29	21.31
〃	St.27	15	40	22.50	10.00	12.50
〃	St.30	15	21	33.33	23.81	9.52
伊豆諸島海区						
1955年 2月	St.17	25	30	6.66	6.66	0
〃 4月	St.19	15	48	22.91	14.58	8.33
〃 4月	St.7	10	49	28.57	10.21	18.36
〃 2月	鳥島近海	20～24*1	50	14.00	14.00	0
〃	〃	25～29	51	3.92	3.92	0
〃	〃	30～34	50	6.00	6.00	0
〃	〃	35～39	37	2.70	2.70	0
〃	〃	40～50	50	0	0	0
1956年 2月	〃	25～29	50	6.00	6.00	0
〃	〃	30～34	50	2.00	0	2.00
		35～39	43	4.66	2.33	2.33
九州近海						
1954年 4月	女島	15～19	61	32.78	—	(32.78)*2
〃	〃	20～24	82	28.05	—	(28.05)
〃	〃	25～40	53	5.66	—	(5.66)
1952～'55年	対馬海峡	10～24	105	32.37	11.42	20.95

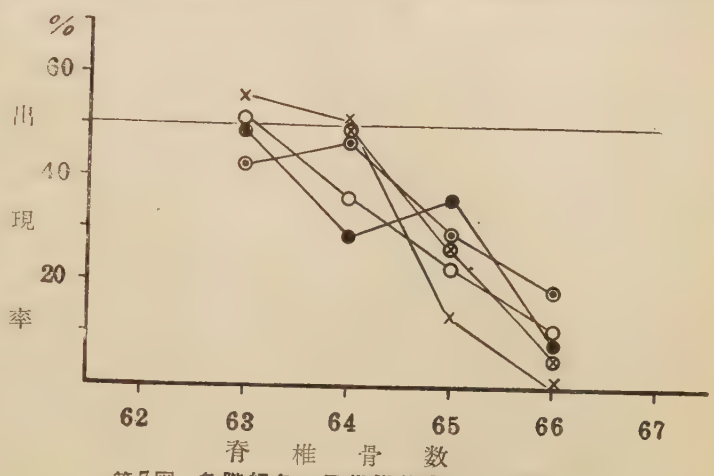
*1 1群内の体長階級
*2 関野が測定した。

変異型異常脊椎骨の出現がその群の脊椎骨数分布とどの様な関係にあるかを検討する為に両者の群平均値を比較してみよう(第8表)。此の表によれば、各地域毎に集計したgroupの中で、異常なものの脊椎骨数平均値は常に母標本平均値に対して低い値となる。各脊椎骨数の階級に於ける異常個体の出現比率を第7図に示す。即ち各group とも脊椎骨数63のものは約1/2が異常骨を持ち、骨数の多くなるに従つてその比率は減少し、66では10％前後となる。結局異常脊椎骨はサンマ稚魚の脊椎骨数の変化範囲内で、少い数のも

第8表 異常脊椎骨と正常個体群との平均値の差 (24 mm以下の稚魚)

	母標本 尾数	母標本 平均値	母標本 S. D.	異常骨をもつgroup 尾数	異常骨をもつgroup 平均値	異常骨をもつgroup S. D.	正常なもののgroup 尾数	正常なもののgroup 平均値	正常なもののgroup S. D.
(東北)1954年11月	121	64.85	±0.86	34	64.58	±0.73	87	64.95	±0.88
〃 1955年11月	252	64.93	±0.77	79	64.68	±0.91	173	65.05	±0.77
(伊豆)1954年 4月	93	64.69	±0.72	25	64.44	±0.74	68	64.79	±0.69
(九州)1954年 4月	143	64.55	±0.71	43	64.09	±0.56	100	64.74	±0.68
(対馬)1952～'55年	105	64.68	±0.76	34	64.41	±0.59	71	64.82	±0.79

のに出現し易い傾向がある。A, B 型に分類したものの出現には一定傾向はない様であるが、九州近海では異常の程度の大きいものが多く、伊豆諸島海区では少い。特に伊豆諸島海区の標本中 25 mm 以上の体長級に B 型が見られていない。以上此等の稚魚に現れる尾端脊椎骨の異常形体は、他の部位に見られる小数の所謂畸型と異り、卵発生期に於ける環境からの影響を意味するものであろう。



第7図　各階級毎の異常脊椎骨の出現率

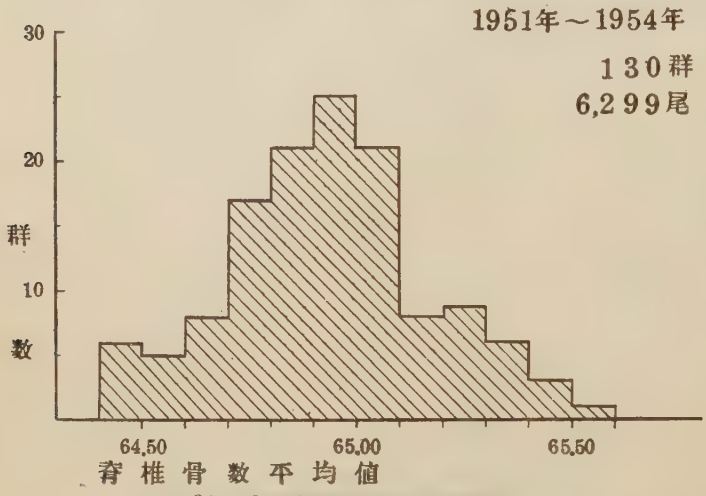
● 東北海区　1954年11月　　⊗ 対馬海峡　1952年～1955年
◉ 〃　1955年11月　　× 九州近海　1955年4月
○ 伊豆諸島海区　1955年4月

考　察

脊椎骨数平均値の変異についての論議はかなりあるが、横田等 (1952) は環境要因である水温がそれを決定するものとして、日向灘のカタクチイワシについて水温と平均脊椎骨数との関係を $y=a+bt$ なる直線式で表し、畑中 (1956) もサンマ稚魚の平均値の差は環境変化による季節的変異であるとした。併し東海水研 (1956) はマイワシの若年魚に於いて各海区に特性があることを認めて居り、亦久保(鑑郎) (1956) は脊椎骨数の多い知内川のサケを脊椎骨数の少い千歳川産のものと同一条件で発生させても、知内川産の方は骨数が多く、遺伝的要素が作用していることを実験している。サンマについても相当離れた地域について比較した場合、平均採集水温の高低と平均脊椎骨数の増減とは逆相関があるとはいうものの、此等の変異が一次的に発生環境の水温（又はその他の要因例えば塩分）のみに支配されるのであれば、地域的にも群の間に又は年によつても変動が起り得る。併し各地域の群平均値の分布範囲はその上限と下限が重複してはいても、大体に於いて異つた分布範囲をもつ様に見える。亦 1954 年と 1955 年の東北海区秋季発生群では、水温に大きな変化があるにも拘らず、脊椎骨数の平均値では殆ど差がないという様な事から、各地域に固定的な平均脊椎骨数というものが考えられる。併しこれは直ちに各地域に夫々独立した種族があるという事を意味するものではない。結局サンマの場合、笠原等 (1952) が一般的問題として認めている様に種族的なものと環境的なものとの相互の影響によつてその水域の発生群の平均脊椎骨数が決定されるものであろう。そして稚魚から若年魚時代の混合過程及び成魚の系統的調査によつて、これらの地方的差異がサンマ Population 解析の有力な手がかりを与えるであろう。

異常脊椎骨については板沢 (1954) によると、カタクチイワシではこれらの異常個体は末尾の 3 個に現れ、異常の型によつて出現位置が一定であり、全体として出現率は 25 % であるという。これらは発生過程に於ける分裂又は化骨の不完全によるものでなくて、やがて癒合し一定の脊椎骨数

をもつに至る中間過程のものであると考えられているが、サンマの場合も同様傾向をもつ他の魚種との関連に於いて、尚将来研究の余地を残している様に思われる。



第8図　脊椎骨数群平均値の頻度分布
（東北海区秋季漁獲サンマ）

第9表　東北海区秋季漁獲サンマの脊椎骨数

A

	中型群			大型群		
	尾数	平均値	S. D.	尾数	平均値	S. D.
1951年	1,561	64.89	±0.95	—	—	—
〃	(1,984)	(64.93)	〃	—	—	—
1952年	1,535	64.91	±0.81	179	65.09	±0.86
〃	(1,057)	(64.95)	〃	(43)	(65.15)	—
1953年	1,877	64.70	±0.93	—	—	—
1954年	479	64.96	±0.88	668	65.21	±0.90

B　中型群の年平均値の差の検定（t の値）

	1951年	1952年	1953年	1954年
1951年		0.49	5.35	1.36
1952年			6.28	1.17
1953年				5.26
1954年				

C　中型群と大型群の差の検定

	t
1952年 中型群・大型群	2.83
1954年 〃 〃	4.69
1953年 中型群・1954年 大型群	14.01

$t_0=2.581$　$(n=1,000$　$\alpha=0.01)$
$t_0=2.576$　$(n=\infty$　$\alpha=0.01)$
$t_0=1.960$　$(n=\infty$　$\alpha=0.05)$

表Aのカッコ内の数字は畑中（1956）による。

IV.　漁獲成魚の脊椎骨數

サンマの産卵は長期に亘り、本邦近海の各地で、卵及び小型稚魚が採集されるにも拘わらず、秋季東北海区で漁期中に漁獲される成魚は、25～28 cm にmode をもつ所謂中型魚と、30 cm 以上にmode をもつ所謂大型魚とに分けることが出来る。亦1950年，51年，53年の様に中型魚のみが漁獲される年もある。このことは日本近海のサンマ Population の内部で、或海区，或時期の発生群が常に卓越し、之が秋季東北海区を南下する魚群の主体となることを意味するものと考えられる。先づ東北海区の秋季漁獲物の脊椎骨数を検討してみる。

脊椎骨数を計測した各標本の（体長組成の mode 附近のもののみをとつて1群とする）群平均値を計算し、その頻度分布の集計を第8図に示す。群平均値の分布幅は 64.50～65.50 の範囲で 64.90 台が最も多い。亦中型群と大型群に分けた mode 群別の年平均値は第 9 表 A の通りである。中型群では1953年（年平均 64.70）以外の年平均値

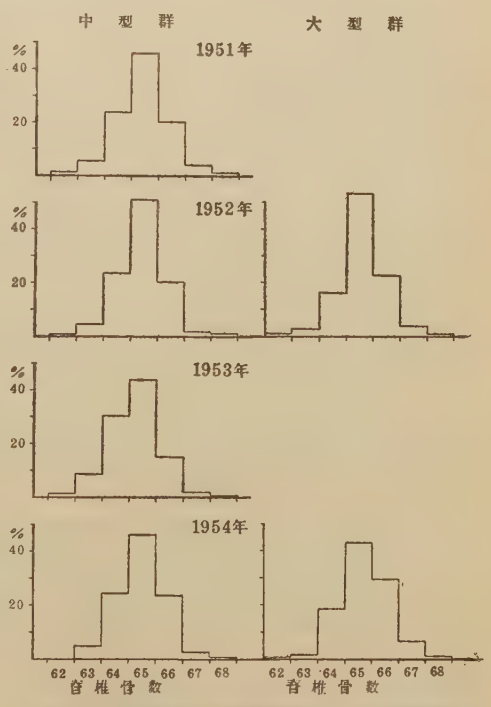
は各年とも 64.90 前後であるが、1952 年と 1954 年に漁獲された大型群では年平均値が 65.09 及び 65.21 で中型群よりかなり大きい値である。第 8 図で 65.10 以上の度数分布は大部分この 2 ケ年の大型群によつて占められている。第 9 表 A に示した畑中 (1956) による 1951 年と 1952 年の年平均値は、中型群・大型群とも略々この調査結果と同様である。

亦 1951 年と 1952 年の中型群の体長組成は年集計で、27 及び 28 cm の mode を中心とした正規分布型であるが、1953 年は全体の mode は 27 cm であつても、24, 25 cm に mode を持つ小型群の混在比率が大きい。そこで 1953 年の中型群の中、24, 25 cm と 27, 28 cm に mode を持つ群を 2 つの group に分けて全体の脊椎骨数平均値を算出したが、64.65 と 64.62 で差は認められなかつた。

そこで一応各年の中型群及び大型群の年平均値の差の検定を試みると第 9 表 B, C となる。各年とも漁獲され同一年級に属すると見られる中型群間では 1953 年以外は有意な差は認められない。亦 1952 年と 1954 年の中型群と大型群との間には差がある。従来考えられている様に、此等の体長組成に見られる中型群と大型群の間に 1 年の年令の差があるとすれば (中型群の生残つたものが翌年再び大型群となつて漁獲の対象となる)、1951 年の中型群と 1952 年の大型群及び 1953 年の中型群と 1954 年の大型群とは同一 group でなければならない。併し脊椎骨数平均値からは差があり同一系統とは認め難い様である。

第 9 図は各年の全標本 (東北海区の漁獲物) の脊椎骨数度数分布を示すが、各年とも何れも 65 を中心とした正規分布に近い型をとる。

1951年, 1952年, 1954年の中型群は東北海区の稚魚と殆ど同一であり、1953 年は伊豆諸島海区の稚魚のそれに近い。併し大型群の度数分布型は 64 の出現数に比べて 66 の方が多く (平均値で 65.10 以上) この様な分布型をもつ発生群は今までのところ太平洋側の稚魚では見られず、1 群の平均値の最大は東北海区秋季の 65.10 であつた。畑中 (1956) は 8 月と 9 月に東北海区の全域に亘つて採集された稚魚 53 尾の平均脊椎骨数は 65.17 であり、産卵群の成熟状態を考慮して、秋季漁獲サンマはこれらの月に主に発生するとしている。併し今までの調査結果では、毎年東北海区の夏季は表層曳き稚魚網による稚魚採集率の非常に小さい月である。



第 9 図　東北海区秋漁季獲サンマの脊椎骨数

結局漁獲成魚の中で、特に大型魚の平均値は稚魚に見られない高い値をもつことが注目される。マイワシの場合でも、高年魚には当才魚に現れない高い平均値をもつ群のあることが報告されている (渡辺 1954, 南海区水研 1956)。

要　　約

1949 年から 1956 年の期間東北海区・伊豆諸島海区・九州周辺水域で採集された合計約 1,700 尾の稚・幼魚と、1951 年から 1954 年の東北海区秋季漁期中に漁獲されたサンマ約 6,300 尾についてその脊椎骨数を計測し次の結果を得た。

1)　東北・伊豆・九州海区で発生したサンマ（30 mm 以下）の脊椎骨数平均値の分布位置は夫々異つており、南低北高が認められ、東北海区と九州近海では各総平均値で約 0.4 個の差がある。

2)　各海区の稚魚採集時の平均水温を比較すると、その高低は平均脊椎骨数の増減と逆相関を示す。但し海区内に於いては水温変動の大きい場合でも脊椎骨数平均値に差がない場合がある。

3)　伊豆諸島海区の稚・幼魚は体長 35 mm を境に平均脊椎骨数に差が認められ、大型稚魚・幼魚は東北海区秋季発生群の値に近い。

4)　24 mm 以下の小型稚魚では、最後から 2 番目の椎体（N-1, Urostyle を含まない）に異常形体が観察され、これらの変異型脊椎骨の出現率は全海区を通じて平均 28 % であつた。化骨の完成と共に識別が困難となり、25 mm 以上の稚魚では平均 4.5 % となる。他の不特定部位に見られる畸型脊椎骨も稚魚と成魚に小数認められた。

5)　秋季東北海区漁獲成魚の群平均値は 64.50～65.50 の間に分布し、64.90 が最も多かつた。中型群の年平均値には年変動があり、亦中型群と大型群の間には差が認められた。

参　考　文　献

中井甚二郎 (1938)．日本近海産マイワシの脊椎骨数と洄游に就いて　水產研究誌 **33** (10)
村上・眞道 (1949)．天草周辺に於ける重要生物の資源学的研究　日水会誌 **15** (3)
C. R. Clothier (1950). A Key to Some Southern Cal. Fishes Based on Vertebral Characters Div. of Fish & Game of Cal. No. 79
北海道水研・水試 (1952)．北海道区資源調査要報 **2**　サンマ資源調査 (1)
笠原・大鶴 (1952)．サンマの研究　水產庁漁業科学叢書 (3)
横田・古川 (1952)．日向灘イワシ類資源の研究 III　日水会誌 **17** (8, 9)
花村・石垣・北野 (1954)．イワシの脊椎骨数の計測　水產科学 (14)
北海道水研・水試 (1954)．北海道区資源調査要報 **8**　サンマ資源調査 (2)
板澤靖男 (1954)．カタクチイワシの脊椎骨の数と形態異常に関する二三の考察　日水会誌 **20** (7)
久保雄一 (1954)．太平洋產サンマの生態学的研究 I　茨城県水試試験報告
Tokai Reg. Fish. Res. Lab. (1955). Progrees Report of The Cooperative IWASHI Resources Investigations (Apr. 1949～Dec. 1951)
渡辺和春 (1954)．日本海に於けるマイワシ脊椎骨数の変異について　日水研研究年報 (2)
渡辺和春 (1954)．カタクチイワシの脊椎骨数の変異と若年魚の月成長　〃
福島信一 (1955)．東北海区に於ける漁獲サンマの体長組成に就いて　東北水研報告 (7)
Hatanaka, M. (1955). Biological Studies of The Saury Population Part 1, 2 Tôhoku Jour. Agr. **6** (3), **6** (4)
久保達郎 (1956)．脊椎骨数に見られる知内川のサケ魚群の特異性　北大水產学部研究彙報 **6** (4)
南海区水研 (1956)．鰯資源協同調査研究経過報告
小達　繁 (1956)．東北海区に於けるサンマ稚魚の分布と產卵魚の成熟狀態　東北水研報告 (7)

サメのビタミンAに關する研究※
第2報　不鹸化物の檢索(1)

山村彌六郎・武藤清一郎

STUDIES ON VITAMIN A IN THE SHARK
II ANALYSIS OF THE UNSAPONIFIABLE MATTER OF THE DOG FISH LIVER OIL (1)

By

Yarokuro YAMAMURA and Seiichiro MUTO

1. The ingredients of the unsaponifiable matter of the dog fish (*Squalus suckleyi* GIRARD) liver oil which fluctuate between 11.6～19.8 per cent in oil were pursued by the chromatographic method (Tables 1, 2and Fig. 1～3).

2. The ingredients of the unsaponifiable matter consist of about 15 per cent in maximum of vitamin A alcohol and vitamin A derivatives; *e.g.* homovitamin A, subvitamin A or vitamin A epoxide; about 10 per cent of pigments, accompanied with unsaturated fatty acids (pentaene or tetraene) and higher monohydric alcohols and glyceryl ethers which occupy no less than 72 per cent of the unsaponifiable matter (Tables 1 and 2). It seems that there are some differences in the composition of these components between high potency and low potency oils.

Glyceryl ether mainly consisted of a dominant amount of selachyl alcohol and a less amount of batyl alcohol. Chimyl alcohol is perhaps present in a very small amount (Table 3).

3. It will be seen from Fig. 6 that the logarithms of vitamin A units (U.S.P.U) as well as of unsaponifiable matter (U, %) increase linearly according to the increase of the body length of the dog fish. More sharp relationship between the log A (U.S.P.U) and the amount of unsaponifiable matter was gained in the case of other fishes, including the oil sole (*Athresthes evermanni*), coral rock fish (*Sebastodes flammeus*) and pollack (*Theragra chalcogramma*) (Fig. 7).

4. Although the vitamin A contents fluctuate conspicuously in the unsaponifiable matter of the dog fish liver oil, the non-vitamin A fractions which mainly consist of the higher alcohols are fairly constant in spite of size or sex of the fish (Table 4).

5. The characteristic absorption of the vitamin A disappears gradually by oxidation perhaps via subvitamin A or vitamin A epoxide when the unsaponifiable fraction was placed in the atmosphere (Fig. 4).

※東北海区水産研究所業績　第86号

アブラザメ肝油の不鹸化物は凡そ 11.6～19.8%[1] であつて、外山・石川[2] は此の不鹸化物成分を検索して主に glyceryl ether（バチルアルコール・セラキルアルコール・キミルアルコール）及び高級 monohydric alcohol より成り、其の他に少量のコンステロールの存在することを述べているが、氏等の研究に使用したアブラザメ肝油はビタミン A 濃度が極めて稀薄であつたためか、ビタミン A については記載されていない。

著者等はアブラザメ肝油のビタミン A 含量について研究中ビタミン A 単位が鮫の個体により可なり著しい変動を示す（0～100,000 U.S.P.U.）ことから、当然肝油不鹸化物中に於てビタミン A の存在と関連して、その他の成分も問題になるので、アブラザメ肝油の不鹸化物中の成分を改めて検索することとした。

本報に於ては クロマトグラフ分析法を用いてアブラザメ肝油不鹸化物の分析を行い、ビタミン A 及びその近縁物質、高級アルコール及び色素を分離した各部分の割合を見、又種々の大さの魚体の肝油のビタミン A 濃度及び不鹸化物量を測定し、雌雄を含めて体長が増すにつれて不鹸化物量及びビタミン A 量（対数値）も増すこと、肝油不鹸化物中の A% はその組成の割合に於いて魚体により可なり著しい変化を示すが、非 A 区分（高級アルコールが主）の割合は余り変化しないという所見を得た。

以下その実験について述べる。

實　驗　の　部

1. アブラザメ肝油不鹸化物の検索

(1) 高単位の肝油の場合

先ず Gridgeman 等[3] のクロマトグラフ分析法に準じ、肝油不鹸化物中の成分の分離を行つた。

本実験に使用した試料油の性状は次のようである。

n_D^{40}	1.4720	沃素価	100.5（臭化ピリジン法）
ビタミン A 単位		80000 U.S.P.U./g	
不　鹸　化　物		19.8%	

不鹸化物の分取には次のように操作した。即ち肝油 19.0984g を秤取しこれに酒精加里（KOH 5g を水 5cc に溶かしこれに 99% エチルアルコールを加え 20cc とする）20cc を加え、更に無水アルコールを追加しながら湯煎上で微沸程度に 2 時間鹸化し（暗赤色の固形になる）、150cc の水を加えて溶かし分液ロートに洗い入れ、過鹸化物を除いたエーテル 700cc を用いて抽出した。得られた抽出物を 2*n*KOH 酒精溶液 25cc で 4 回洗い、次に 10% HCl 25cc で 2 回洗い、最後に蒸溜水で硝酸銀反応の消失する迄洗滌する。この結果得られた不鹸化物の収量は 3.7753g(19.8%) でその性状は次の様である。

n_D^{40} 1.4892　　沃素価 51.9（臭化ピリジン法）

ビタミン A 単位 $\left(\begin{array}{ll} 378,000\ \text{U.S.P.U.} & \text{吸光比} \\ E_{1\%}^{1cm}325m\mu = 198, & E^{310/325}\ 0.906 \\ & E^{334/325}\ 0.874 \end{array}\right)$

この不鹸化物 0.7998g を 20cc の石油エーテル (P.E) に溶かし、和光純薬製吸着用アルミナ (150°C で恒量にたるまで乾燥しこの乾燥物 1g に対し水 0.15g の割合に加えて弱活性化したもの) 20g を硝子製吸着筒 (1.2×26cm) に充填した層を通して展開を行つた。しだいにエーテルの混合率を増加しながら、エーテル・石油エーテル混合液で展開並に流出を進めて行つた。展開の条件並に流出液の画分は第1表に示し、吸着筒に於ける色相展開の模様は第1図に示すようである。

第1表　アブラザメ高単位肝油不鹸化物のクロマトグラフ分析

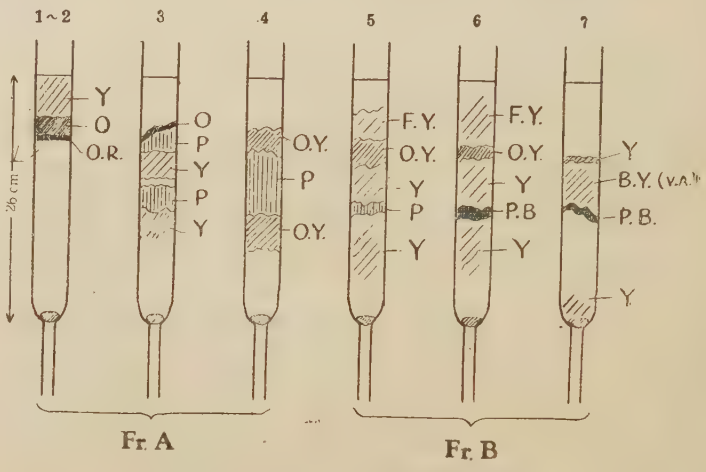
Table 1　Chromatography of the unsaponifable matter in the high potency liver oil of the dog fish.

画分 Fraction		展開剤 Eluant		収量 Yield	吸収極大 λ_m	$E_{1cm}^{1\%}$ (325～328)	摘要 (Remarks)
				g	mμ		
A	1	Petroleum ether	20cc				無色
	2	〃	20〃				$SbCl_3$-spot test：微褐色不飽和
	3	50% Ether:P.E.	20〃	0.0396 (4.9%)	255, 260	—	脂肪酸 (Triene?)
	4	〃	20〃				
B	5	60% E：P.E	20〃				レモン黄…… 色素 (Pigment)
	6	〃	20〃	0.0394 (4.9%)	290 335～340	82	$SbCl_3$-spot test：反応なし
	7	70% E：P.E	20〃				Subvitamin A, Pentaene (?)
C	8	100% Ether	20〃				レモン黄……色素 (Pigment)
	9	〃	20〃	0.0428 (5.0%)	290, 315 330	115	$SbCl_3$-spot test：鈍青
	10	〃	20〃				Sub-A or V.A. epoxide, Tetraene (?)
D	11	100% E	30〃				黄色
	12	〃	30〃				$SbCl_3$-spot test：深青色
	13	〃	30〃	0.1045 (13.2%)	325	620	Vitamin A alcohol
	14	〃	30〃				
E	15	MeOH	40〃	0.728	—	—	微黄色
	16	〃	45〃	(72%)			$SbCl_3$-spot test: 反応なし 高級アルコール
Total				0.7991 (100%)			

即ちエーテル：石油エーテルで展開すると第1図に示すように、黄・橙・桃・褐等の色相の縞を順次アルミナ柱上に発現しながら下降してゆくので、これを16本の試験管に分取した。三塩化アンチモン点滴反応 ($SbCl_3$ spot rest) によつて、これを第1表に示すように A・B・C・D・E の五つの画分に区分し、且つ各画分について、ベックマン分光光電光度計により吸収を測定して第2図を得た。図の作成に当つては Cama, Collins & Morton[4] の肝油の分析結果を参照した。

即ち、遊離のビタミン A は画分D に来る。画分Aは恐らくエーテル抽出の不完全のために微量に残存した不飽脂肪酸 (Triene, 268mμ[5])ではなかろうか。画分B は吸収極大の位置から考えるとSubvitaminA [6] (290mμ) と Pentaene (268,315,346mμ[5]) を含むわけであるが、遺憾ながら脂肪酸の定量を行わなかつたので断言は出来ない。何れにしても溶液の色相がレモン黄であるので、或る種の色素をも含むものと思われる。

Anhydrovitamin A[7] (351, 371, 392mμ の 3 ヵ所に吸収極大を有す) は存在しないようである。画分C の吸収極大は 290mμ で、この吸収から見れば Kitol(290mμ[8]), Subvitamin A (290mμ) 或は Tetraene (268, 315[5]mμ) の可能性が考えられるが $SbCl_3$ spot test の色より見れば kitol ではないらしく (kitol ならば赤)、したがつて subvitamin A 又は Tetraene ではあるまいか。



第1図　クロマトグラム展開の模様

Fig. 1 Chromatogram of the unsaponifiable matter in the dog fish liver oil.

Y……Yellow	O……Orange
O. R.……Orange Red	P……Pink
O. Y.……Orange yellow	F. Y.……Faint yellow
P. B.……Pink brown	B. Y.……Bright yellow

併し何れにしても画分A. B. C. 共に 5% 内外の僅少量に過ぎない。

次に問題なのは画分 D でこれは吸収曲線及び spot test から判断してビタミン A 画分であることに間違いはない。そしてこれの不鹸化物中で占める割合は 13.2% である。而して $E^{1\%}_{1cm}$ 325mμ =620 であるから、620×1900=1180, 000uspuすなわち不鹸化物の A 単位に対し約 3 倍の単位上昇を示す。またこの画分のビタミン A の元の不鹸化物に対する回収率は

$$\frac{620\times 0.1045}{198\times 0.7991}\times 100 = 41.5(\%)$$

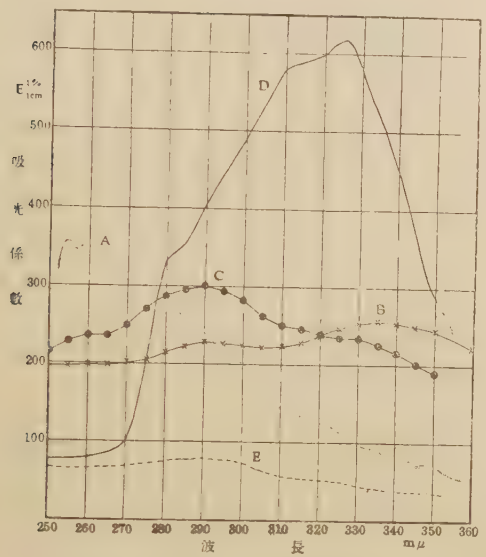
とわかつた。

ここに回収率が 41.5% で可なり低く出ているのは曲線の形状からも判断されるように、分析の途中酸化その他による単位落ちのためであろう。

次に画分E は僅かに帯黄色透明粘稠性の液体であるが、これを室温に放置すると白色不透明の固相が析出して来る。吸収極大は殆んど不明、spot test も陰性であつて、全体の 72% を占めて

(7) Sbvitamin A はビタミン A の吸収曲線の 328mμ より短波長側の彎曲に関係あるもので Embree 及び Shantz によれば Vitamin A の Oxygenated derivative であり一方 Hawkins 及び Hunter は β-イオノン環の二重結合が強化されたものであるといつている。生物効力はない。Karrer 等による vitamin A epoxide (λ_m285~290mμ) は吸収スペクトルから云へばSubvitamin A と同一物であるらしい。

いるので、これが恐らく高級アルコール画分であろうと推定される。この画分の性状は概略次のようであつた。



第2図　クロマドグラフ分離した各画分の吸収曲線

Fig. 2 Absorption curves of each fraction of the unsaponifiable matter in the high potency liver oil of the dog fish chromatographed on weakened alumina.

Fraction A……intensities are actually ×5(Triene)
Fraction B 〃 〃 actually ×3(Subvitamin A or Pentaene)
Fraction C 〃 〃 actually ×2(Vitamin A epoxide or tetraene)
Fraction D ——— 〃 〃 actually ×1(Free vitamin)
Fraction E - - - 〃 〃 actually ×5(Higher alcohols)

融　　点	21.8～32.4°C
沃　素　価	50.4 (液相 81.2 / 固相 19.2)
アセチル価	255
Liebermann 反応	僅かに陽性

(2) 低単位肝油の場合

前と同様にして、肝油単位 6730 U.S.P.U. のものより不鹸化物(0.3136g)を分離し(17.94%, $E^{1\%}_{1cm}$ 325 mμ=19.75) これを弱活性化アルミナ(8%)柱上でクロマト分離し第2表に示す様な結果を得た。

これから判るように、低単位肝油の場合は高単位肝油の場合と異なり、不鹸化物中のビタミン A の占める割合は当然少くなつており、10% 以下の triene, 約 5% の色素その他未知物質 (miscellaneous)、約 6% のビタミン A を含む画分 ($E^{1\%}_{1cm}$325mμ=176)、8% 近い λ_m=320mμ を有する恐らく Homovitamin A[9] と考えられる画分を含むが、高級アルコール画分は、高単位肝油の場合と略々等しく 72% 近い値を示している。

第2表からビタミン A 単位の上昇率は

$$176 \div 19.75 = 8.9 \text{ (倍)}$$

回収率は $\dfrac{176 \times 0.0195}{17.94 \times 0.3136} \times 100 = 64(\%)$

とわかる。

即ち、アブラザメ肝油に於ては高単位でも、低単位でも、高級アルコール画分の割合は余り変動がなくて、ビタミン A 及びその近似物質及び其の他 (miscellaneous) が変化していると考えられる。尚第2表の結果を図示すると第3図の様になる。

2. 高級アルコール画分の検索

前節の Fr. E は大体に於て高級アルコールと推定されるが、これを確認するために次の実験を行つた。

不鹸化物 1.770g をベンゾール 100cc に溶かし、これに 2g の無水マレイン酸を加え、炭酸

(9) Homovitamin A ethyl ether (λ_{max}=321mμ)

第2表 アブラザメ低単位肝油不鹸化物のクロマトグラフ分析

Table 2 Chromatography of the unsaponifiable matter in the low potency liver oil of the dog fish.

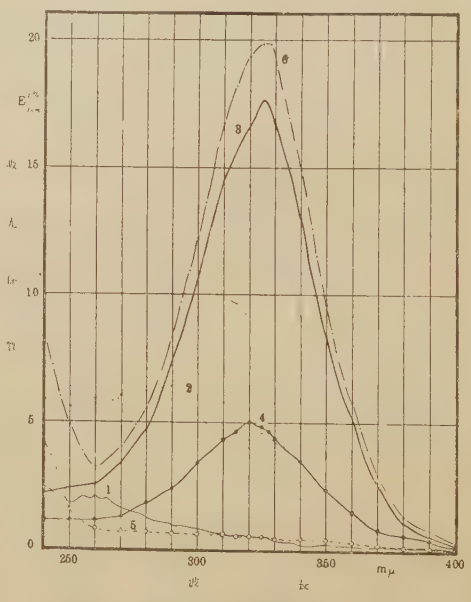
Fr.	展開剤 Eluant	流出物 Yield		λmμ	$E^{1\%}_{1cm}$ (325～328)	摘要 (Remarks)
		g	%	mμ		
1	P. E.	0.0303	9.66	260	3.45	Triene (?)
2	20%E : P. E	0.0144	4.59	260, 290 325, 350	4.69	Miscellaneous, Pigment 微量
3	50%E : P. E	0.0195	6.22	325	176.0	V. A. alcohol, Pigment 微量
4	E	0.0250	7.98	320	48.3	Homovitamin A (?)
5	MeOH	0.2213	71.55	230, 325	0.225	Higher alcohols
Total		0.3016	100			

Unsap M. 0.3136g $E^{1\%}_{1cm}$ 325～328=19.75

ガス気流を通じながら湯煎上で約3時間 $SbCl_3$ 反応が消失するまで加熱する。次にベンゾールを駆逐し、苛性カリ 3g と無水アルコール 30cc を加えて (90％分間) 鹸化する。エーテルを用いて抽出し、5％ 苛性ソーダで洗い。水洗した後無水芒硝で脱水し、エーテルを溜去して乾燥秤量、無水油状物質 1.2737g (收率 70%) を得た (吸收曲線: 第4図)。

このものの性状は第3表に示す通りである。

すなわち、第3表より綜合して考えるのに、アブラザメ肝油不鹸化物の高級アルコールは外山等が検索したように、主としてセラキルアルコールとバチルアルコールとの混合物よりなり、キミルアルコールは極めて少いことが予想され、本実験の範囲では融点及び沃素価の点からセラキルアルコールが卓越していることが推定された。アセチル価がバチル及びセラキルアルコールの理論値より稍々低いので monohydric alcohol の混在が想像されるが、前者に比べれば極く僅かなものであろう。コレステリンは Liebermann 反応僅かに陽性で、極く少量にしか含まれていないことが窺われる (ヂギトニン沈澱法は行つていない)。すなわ



第3図 アブラザメ低単位肝油のクロマトグラフ分離各画分の吸收曲線

Fig. 3 Absorption curves of each fraction of the unsaponifiable matter in the low potency liver oil of the dog fish chromatographed on weakened alumina

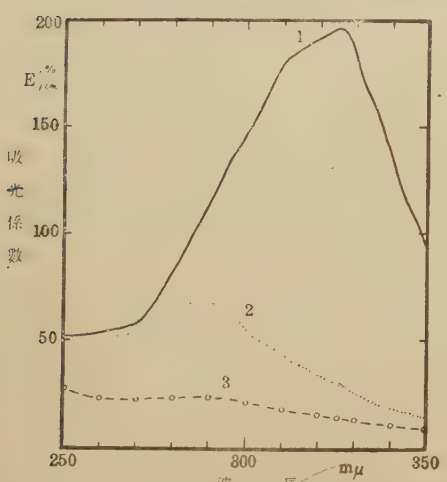
1. Triene (?)
2. Miscellaneous
3. Free vitamin A (intensities are actually × 1/10)
4. Homovitamin A (?) (〃 〃 〃 × 1/10)
5. Higher alcohols
6. Total unsaponifiables

第3表　アブラザメ肝油不鹸化物（ビタミンA除き）の性状、バチル、セラキル及びキミルアルコールとの比較

Table 3　Properties of the unsaponifiable matter. Vitamin A being separated by the maleic anhydride method, compared with batyl, selachyl and chimyl alcohols.

	不鹸化物（ビタミンA除き） (Unsap. M., V. A. free)	バチルアルコール Batyl alcohol	セラキルアルコール Selachyl alcohol	キミルアルコール Chimyl alcohol
融点 Melting point	20.5～36°C	70.4～71.0°C	Liquid	60.5～61.5°C
屈折率 Refractive index	n_D^{40} 1.4642	—	n_D^{15} 1.4710, 1.4569*	—
沃素価 Iodine value	71.0　51.0*	0	74.2　59.5*	—
アセチル価 Acetyl value	250.5†	261.9	263.2	280.3
分子式 Molecular formnla	—	$C_{21}H_{44}O_3$	$C_{21}H_{42}O_3$	$C_{19}H_{40}O_3$
分子式 Molecular weight	Ca 300††	344	342	316

（註）　* アセチル化物　　†† 平均分子量（ラスト法）
　　† セチルアルコールでの予備実験ではアセチル価 195.5（理論値 197）を得た。



第4図　アブラサメ不鹸化物（調製直後及び7日後）と高級アルコール区分（無水マレイン酸処理）との吸収曲線

Fig. 4 Absorption curves of unsaponifiable matter in the dog fish liver oil (immediately and after seven days) and higher alcohols, prepared by treating unsaponifiable matter with maleic anhydride.

1. Unsaponifiable matter (Original)
2. Unsaponifiable matter, after seven days.
3. Higher alcohols

ち本種の肝油不鹸化物中には ステリン類及びビタミン D（東等[11]の報告あり）は極めて僅かに存在するのみであると考えられる。

即ち、ビタミン A 濃度の高いアブラザメ肝油不鹸化物の成分は主として 70% 以上の高級アルコールと 15% 以下のビタミン A と 5% 内外の A 近似物質及び 10% 内外の色素を含む未知物質より成ると考えられる。

低単位の場合についても、ビタミン A, A 近似物質及びその他の量には変動があるが、 高級アルコールの割合は余り変化がないと考えられる。色素も低単位の場合は少いようである。

3.　不鹸化物の酸化による生産物

アブラザメの不鹸化物を空気中に保存すると、その中のビタミン A は次第に破壊され、1 週間後には第4図に示すようになる。

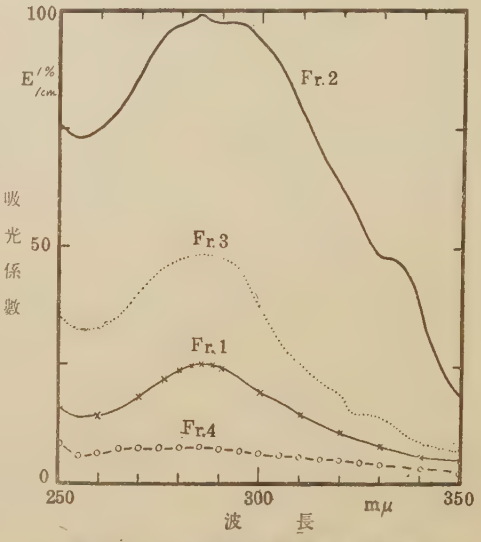
即ち、実線は調製直後の不鹸化物の吸収曲線で、点線は 7 日間保存後にとつた吸収曲線である。 ま

た下の破線で示したのは不鹸化物を無水マレイン酸で処理して、A の部分を除いたものの吸收曲線（§2. 參照）である。そこで7日間後の不鹸化物を弱活性化アルミナ（8%）で前と同樣にクロマト分析を行い、四つの画分に分けて夫々吸收曲線を調べると第5図の様になつた。

すなわち、7日後の不鹸化物には 325mμ の A アルコールの吸收が消失して、280～290mμ に吸收を有する物質に分解することが解つた。

この部分は猶研究を要するところであるが、恐らく第5図の脚註に說明したように Subvitamin A (290mμ) 及び Vitamin A epoxide[12] (285mμ, $SbCl_3$ 反応紫) であろう。このように酸化が進むにつれてビタミン A はその特有の曲線の山が次第に崩れて、ついに消失してしまう。

肝油のビタミン A の酸化による分解については Robinson (1938)[13] Bolomey (1947)[14] 等が研究している。



第5図　7日間大氣中放置後の不鹸化物の吸收曲線（クロマト分離）

Fig. 5 Absorption curves of the unsaponifiable matter in the dog fish liver oil placed in the atmosphere for seven day, and chromatographed by weakened alumina.

Fr. 1, 3 Spot test: purple (Vitamin A epoxide)
Fr. 2 Spot test : dull blue (Subvitamin A ?)
Fr. 4 Spot test : colourless (Higher alcohols)

4. アブラザメの個体別（雌雄・体長別）不鹸化物（%）とビタミン A 含量との關係

以上の実驗でアブラザメの不鹸化物は主として、高級アルコール（非A画分）とビタミン A（近似物質をも含めて考える）より成ることが分つたので不鹸化物中のビタミン A の割合を知ることが出来れば高級アルコールは近似的にはその差と考えてもよい。

そこで体長やビタミン A 濃度の異る東北海又産アブラザメの 22 個体について雌雄・体長別の肝油の不鹸化物%、不鹸化物中の A 単位、不鹸化物中の A の%、肝油に対する%. A 量の対数値等を夫々定量または計算によつて出し、これらを総括して示すと第4表の様である。

第4表から凡そ次の傾向が存在するらしい。

i) 不鹸化物 (U) の平均は 16.73% で最大 19.8% 最小 11.6% である。

ii) 不鹸化物中の A% は分散が大きく平均 1.27±1.16% で最大 11.5% 最小 0.05% にも達していた。これを肝油に対する %(V) に直おすと平均 0.21±0.23%, 最大 2.28%, 最小 0.01% である。

iii) 不鹸化物中の非 A 画分は平均 98.59±1.24%, 最大 99.95% 最小 88.50% である。これを肝油に対するパーセントに換算すると平均 16.43±0.84% で余り大きな変動はない。

iv) 体長と不鹸化物 (U%) とビタミン A 単位 (log A で表わす) との関係を図示すると第6

第4表 各個体別のアブラザメ肝油の不鹸化物とビタミンA量

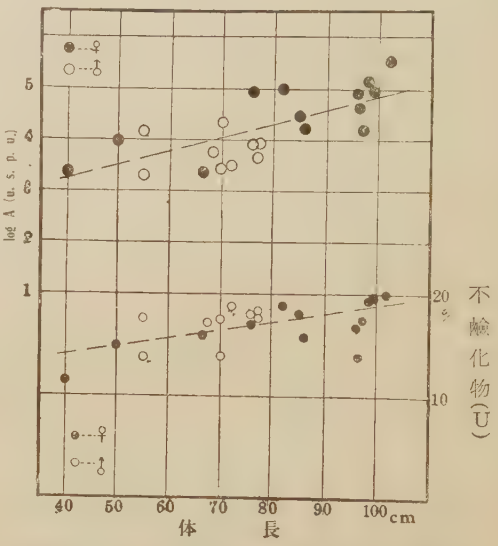
Table 4 The amount of unsaponifiable matter and vitamin A in the liver oil of 22 individuals of the dog fish (*Squalus suckleyi*).

No.	漁獲年月 Data	漁場 Locality	性別 Sex	体重 Body length	肝油 %	肝油 USPU	不鹸化物 (U) %	不鹸化物 (U) USPU	log A	A % (V) per Unasp.	A % (V) per Oil	非A区分 (U−V) per Unsap	非A区分 (U−V) per Oil	備考
				cm						%	%	%	%	
1	Jan. 1951	小名浜沖	♀	97.0	60.5	3190	17.0	16,000	4.21	0.49	0.03	99.52	16.92	エーテル抽出
2	〃	〃	♂	71.5	54.5	1610	18.6	3,160	3.50	0.10	0.02	99.90	18.58	〃
3	〃	〃	♀	67.0	56.5	655	15.9	2,580	3.41	0.08	0.01	99.92	15.89	〃
4	Feb. 1951	〃	♀	97.5	55.0	33600	18.2	177,000	5.24	5.40	0.98	94 60	17.22	〃
5	〃	〃	♀	76.0	56.0	1800	17.1	88,900	4.95	2.70	0.46	99.30	16.64	〃
6	〃	〃	♂	55.0	51.5	354	13.6	△ 1,740	3.24	○ 0.05	△ 0.01	○ 99.95	13.59	〃
7	Mar. 1951	〃	♀	97.0	66.0	6120	13.6	43,100	4.64	1.30	0.17	98.70	13.43	アルカリ消化
8	〃	〃	♂	96.5	58.0	699	17.8	2,650	3.43	0.08	0.02	99.92	17.78	エーテル抽出
9	Mar. 1951	宮古沖	♀	86.0	53.0	2400	15.8	15,600	4.20	0.48	0.07	99.53	15.73	〃
10	〃	〃	♀	84.8	56.0	5420	18.0	30,100	4.48	0.92	0.16	99.08	17.84	〃
11	〃	〃	♂	77.0	48.8	827	17.5	3,500	3.55	0.11	0.02	99.89	17.43	〃
12	May. 1951	苫小牧沖	♀	99.4	45.6	27500	19.6	93,500	4.97	0.28	0.05	99.72	19.55	〃
13	〃	〃	♂	75.9	40.0	3320	17.5	7,240	3.86	0.22	0.04	99.78	17.46	〃
14	〃	〃	♂	54.5	32.0	1550	17.3	13,000	4.12	0.39	0.07	99.61	17.23	〃
15	〃	〃	♀	40.0	40.4	1265	△11.6	2,300	3.36	0.07	0.02	99.93	11.58	〃
16	May. 1951	宮古沖	♀	82.0	56.0	17100	18.8	102,000	5.01	3.10	0.58	96 90	18 22	〃
17	〃	〃	♂	67.5	47.0	1870	17.0	5,900	3.77	0.18	0.03	99.82	16.97	煮取
18	Jan. 1952	閖上沖	♀	96.0	60.5	13200	16.4	84,700	4.93	2.47	0.42	97.53	15.98	エーテル抽出
19	〃	〃	♂	70.0	60.8	2890	13.9	17,950	4.26	0.54	0.07	99.46	13.83	〃
20	〃	〃	♀	50.0	20.4	1330	15.4	9,040	3.96	0.27	0.04	99.73	15.36	〃
21	Feb. 1952	塩釜沖	♀	120.0	63.0	80000	○19.8	○378,000	5.58	○ 11.50	○ 2.28	△88.50	17.52	〃
22	〃	〃	♂	77.0	77.0	1150	17.6	7,700	3.89	0.23	0.04	99.77	17.56	〃
平均				76.9	53.0	9500	16.73	50,400	4.70	1.27 ±1.16	0.21 ±0.23	98.59 ±1.24	16.43 ±0.84	

(註) ○…… 最大 △…… 最小

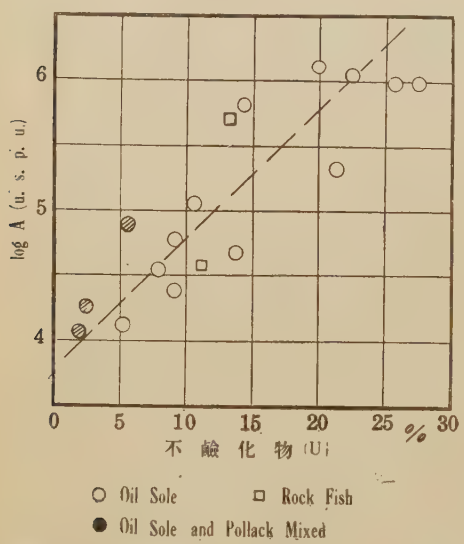
図のようになる。

すなわち、これから判るように、雌雄に関係なく、肝油中のビタミン A 単位 (log A) は体長と有意な相関関係に於て増加して行くことが分るし、〔$r=0.432, \alpha=0.05$ で有意（自由度 $n-2=20$, 表値 0.423)〕, 不鹸化物 (U%) も同様に体長に対して正の相関を持つ〔$r=0.550, \alpha=0.01$ で有意, 自由度 20, 表値 0.537〕ことがわかる。併し乍ら不鹸化物％と logA との相関は $r=0.217$, これは $\alpha=0.05$ で有意でない（自由度 20, 表値 0.423)。このことは肝油の A 濃度が増しても不鹸化物量に影響が無いように見えるが、実際はビタミン A 単位を重量で表わすと極めて微量なものであり——例えば第 3 表に見るように、不鹸化物中のA 濃度が378,000 U.S.P.U. のものでさえ、不鹸化物に与えるパーセントの増加は僅かに 2.3% に過ぎない —— 且つ不鹸化物定量の誤差が可なり大きい(±6% 位と見込まれる）ので、ビタミン A 量の増減の影響は恐らくその誤差範囲の中に包含されてしまうからであると考えられる。



第6図 アブラザメの体長とビタミン A 単位 (logA) 及び不鹸化物(U,%) との関係

Fig. 6 Vitamin A content (log A, U.S.P.U.) and unsaponifiable matter (U, %) of ilver oil with relation to the body-length of the dog fish.



第7図 アブラガレイ・メヌケ・スケソウの不鹸化物(U,%) とビタミン A 量 (logA) との関係

Fig. 7 Relation between the unsaponifiable matter (U%) and vitamin A content (log A, U.S.P.U.) of some fishes :
Oil sole (*Athresthes evermanni*)
Rock fish (*Sebastodes flammeus*)
Pollack (*Theragra chalcogramma*)

然るにアブラザメよりもビタミン A の濃いアブラガレイ・メヌケ・スケソウなどを同時に取扱つてこの関係を調べると、この場合は不鹸化物と A 単位 (logA) との間には明らかに有意な相関関係が見られる（$r=0.774, \alpha=0.01$ で有意、自由度 15, 表値 0.606)。

このことは肝油中の A 濃度が増せば不鹸化物の量も増すことを示している。

v) 以上の 4 項目の雌雄による差は認められない。

(註) 1 U.S.P.U. = 0.3γ A アルコール

考　　察

アブラザメ肝油の不鹸化物を分離し、これをクロマトグラフ法により成分を検索すると、高単位の場合では 72% の Glyceryl ether（少量の monohydric alcohol を含む）と約 13% のビタミン A アルコール画分と夫々 5% 内外の不飽和脂肪酸（triene, tetraene, pentacne）を伴つた Subvitamin A, 或は VitaminAepoxide 及び色素を含む画分とに分けられる。

低単位の場合は約 10% の triene, 約 5% のビタミン A 近似物質その他(miscellaneons), 約 6% のビタミン A アルコール及び約 8% の homovitamin A のと考えられるもの及び約 71.6% の高級アルコール画分とに分離された。色素の含量は極く少いようであつた。これによると高単位と低単位とでは、ビタミン A 及び色素の含量には可なり差があるが、高級アルコールの割合は余り変化しないように見える。尙この色素に就ては或いは Xanthophyll の如き有色アルコールが tetraene 或いは pentaene 等と結合してエステル類を作り所謂 colored fat として存在しているのではあるまいかと想像している。

又同じ不鹸化物を無水マレイン酸で処理してビタミン A を除くと、矢張り約 70% の非 A 画分が得られ、これは主としてセラキルアルコールとバチルアルコールとの混合物で、セラキルアルコールの方が量的に勝つていることを知つた（第 3 表）。

今、アブラザメ肝油不鹸化物の主成分を高級アルコールとビタミン A であると仮定し、不鹸化物の量とその中のビタミン A の占める割合を大小 22 の個体——ビタミン A 単位の低いものから高いものまで各段階を含む——について定量して見ると、高級アルコール量は個体によりそれ程変りがない〔U−V≒一定〕のに、ビタミン A 単位は可なり著しく変動していることが判る（第 4 表）。

そこで体長と不鹸化物量（%），体長と log A U.S.P.U. との関係を表わしてみると、第 6 図に示すようにどちらも正の相関が見られるが、不鹸化物量と log A の直接の相関をとると有意ではない。

併しアブラザメよりもビタミン A 濃度が遙かに高くなるアブラガレイ・メヌケ・スケソウ等の例について不鹸化物量とビタミン A との関係を調べて見ると、明かに A 量 (log A) が増すと不鹸化物量も略々直線的関係で増加している。この理由はアブラザメよりもビタミン A 濃度が遙かに高くなるアブラガレイ・メヌケ・スケソウが反対に不鹸化物量に於てはアブラザメよりも遙かに少く（夫々アブラガレイ 0.76～6.83%, メヌケ 5.87～10.3%, スケソウ 0.61～2.06%）[15]、したがつてこれらの魚種に於ては不鹸化物に対するビタミン A の影響が割合に大きく効いてくるからであろう。

又アブラザメ肝油不鹸化物中特に多量に存在するバチル及びセラキルアルコールの生理的意義及び相互間の消長関係も興味ある問題であるが、この研究は別の機会に行いたいと考える。最近金田等[16]はバチル及びセラキルアルコールの栄養価に就いて研究した結果、これらは毒性はないが、栄養価は極めて低いとしている。

摘　　要

1. アブラザメ肝油不鹸化物のクロマト分析を行いその成分を検索した。

2. アブラザメ肝油の不鹸化物はビタミン A 及びその近似物質 (Subvitamin A, Vitamin A epoxide 及び Homovitamin A), 色素その他未知物質並に 70% より少くない glyceryl ether (主としてセラキル及びバチルアルコール) と少量の高級 monohydric alcohol 等よりなり、低単位と高単位とでは若干その組成を異にする。

3. 高級アルコールの不鹸化物中に於ける含有割合は魚体の大さ、雌雄により余り変化はないが、ビタミン A の含有割合は可なり著しい変動を示す。

4. アブラザメの体長が増すに従つて、不鹸化物量 (%) もビタミン A 量 (log A) も略々直線的に増加する。アブラガレイ・メヌケ・スケソウの場合ではビタミン A 量 (log A) と不鹸化物量 (%) との間には正の相関がある。

5. 肝油から分離した不鹸化物を空気中に放置すると、ビタミン A は酸化分解しその特有の吸収を示さなくなる。その間恐らく Subvitamin A, Vitamin A epoxide 等を経て次第に消失するものの如く考えられる。

本研究に対し種々御高配を頂いた本村所長・谷田・谷井両部長またベックマン分光光度計による吸収測定を援助された元農林省輸出品検査所塩釜分室勤務蛯子悦郎・宮本良治両技官に感謝すると共に本文の御校閲と御忠言を頂いた東北大学農学部水産利用学教室上屋靖彦教授並に文献その他について御教示下さつた東海区水産研究所東秀雄博士・衣巻豊輔技官に厚くお礼を申し上げる。

文　　献

1) 山　　村：東北海区水産研究報告　第6号，19頁 (1956)
2) 外山・石川：日本化学会誌，**59**，1367 (1938)
3) N. T. Gridgeman, G. T. Gibson and T. P. Savage : Analyst **73**, 662 (1948)
4) H. R. Cama, F. D. Collins and R. A. Morton : Biochem. J. **50**, 48 (1951)
5) B. A. Brice et al : J. Am. Oil. Chem. Soc., **29**, 279 (1952)
S. E. Herb, R. W. Riemenshneider : Anal. Chem., **25**, 953 (1953)
6) N. D. Embree and E. M. Shantz : J. Am. Chem. Soc., **65**, 906 (1943)
7) D. C. Castle, A. E. Gillam, I. M. Heilbron and H. W. Thompson : Biochem. J, **28**, 1702 (1934)
8) H. Pritchard, H. Wilkinson, J. R. Edisburg and R. A. Morton : Biochem. J. **31**, 258 (1937)
9) H. J. Deuel, : The Lipids I. Chemistry, 706p (1951), N. Y.
10) 中　　宮：理研彙報，第13輯，第8号，833 (昭和9年)
11) 東・平尾・清水・山田・菊地：日水学誌，**18**，32–44 (1953)
12) P. Karrer and E Jucker : Helv. Chim. Acta., **28**, 717 (1945)
13) F. A. Robinson : Biochem. J., **32**, 807 (1938)
14) R. A. Bolomey : J. Biol. Chem., **169**, No. 2 (1947)
15) 平尾子之吉：日本産魚油の化學 (風間書房)．昭和24年.
16) 金田・石井・酒井・荒井：東海区水研研報 **12**, 41p (1955)

アマノリ類の糸状体の單胞子放出について（海での實驗）※

黒木宗尚・平野和夫

ON THE LIBERATION OF MONOSPORES FROM *CONCHOCELIS*-PHASE OF *PORPHYRA* (EXPERIMENT IN THE SEA)

By

Munenao KUROGI and Kazuo HIRANO

As to the liberation of monospores from the *Conchocelis*-phase of *Porphyra*, the senior author (1953[1,2]) reported that it began to occur in September in Matsushima Bay, northeastern Honshu, and that in four species of *Porphyra* cultured in the laboratory the liberation occured in September, October or November. With regard to *P. tenera* Kjellm. he stated that the liberation continued from September to January, being most abundant in October and showed a periodicity. Subsequently, Yamasaki (1954), Suto, Maruyama and Umebayashi (1954), and Kurogi and Hirano (1955) reported on the daily periodicity of the liberation of *P. tenera*. Takeuchi, Matsubara, Shitanaka and Suto (1954) described that the liberation in *P. tenera* occured abundantly during every spring tide. They placed in the sea five sets of *Conchocelis*-phase previously cultured in the laboratory; one sample was taken from the sea every day for examination of the liberation in the laboratory from the middle of October to the end of November. Tamura and Takayama (1955) also reported a periodicity of the liberation with intervals of 7–13 days for *P. tenera* cultured in the laboratory.

The present writers have continued their investigations on the monospore liberation from the *Conchocelis*-phases of *Porphyras*. In this paper, experiments in the sea on the period or periodicity (seasonal or daily) of the liberation are described.

Period and periodicity of the monospore liberation

Materials and method

The materials used in the experiments are *Conchocelis*-phases of *P. tenera* Kjellm. (*long type*), *P. yezoensis* Ueda *prox.* and wild *Conchocelis* from the sea (Table 1). The former two had been cultured with oyster shells in the laboratory from March or

※ 東北海区水産研究所業績　第87号

April to August in 1954. Monosporangial branches were noticed early in July. The last mentioned one was collected in mid-August at Ishihama-zaki, Katsura-zima in Matsushima Bay (Fig. 1). Here *P. yezoensis prox.* grew abundantly on *Carpopeltis affinis* (Harv.) Okam. or other algae in March to June in 1954, while other species of *Porphyra* were very rare. The *Conchocelis* seemed mostly to belong to *P. yezoensis prox.*. One (*a*) of the *Conchocelis* grew in natural empty oyster shells scattered on the sea bottom, and the other (*b*) in empty oyster shells which were artificially sunk about 30 cm in depth on the bottom of the same place on May 1, 1954 as the former grew. Monosporangial branches in the former (*a*) were noticed for the first time in early June and in the latter (*b*) in the middle of August.

These materials were transferred to Katsurazima, Ishihama and to an oyster culture raft about 500 m off Katsurazima respectively in the middle or end of August or the beginning of September (Fig. 1 and Table 1). At Katsurazima and Ishihama they were suspended from the pier in the sea to a depth of 20 cm without exposure even at the lowest tide, and at the raft they were submerged about 2 m below the water level.

The examination of monospore liberation was commenced on September 5, 1954. At Katsurazima, in some materials it was continued until December 24 and in others until May 6 of the next year when the liberation had ceased. At Ishihama the examination was continued until October 9 and at the raft to November 14 (Table 1). The experiments were carried out every day from September 5 to November 14, every other day from November 14 to December 24 and thereafter at intervals of four to 11 days.

To examine the monospore liberation, oyster shells infected by each *Conchocelis*-phase were hung separately in a corking glass tube (10 cm high, 3.9 cm in diameter) filled with sea water and submerged in the sea for 24 hours from evening to the next evening. A circular glass plate (3 cm in diameter) was placed on the bottom of the tube and left for another 15–20 hours after the *Conchocelis*-phase had been removed, thus the monospores accumulated there were counted. When no experiment was made, the *Conchocelis*-phases were removed from the tubes and transferred to the sea.

As a control the same experiment in the laboratory for *P. tenera* and *P. yezoensis prox.* was carried out from September 8 to November 14 in 1954.

Results

The results are shown in Figs. 2, 3, 4, 5 and Table 4. The number shown in the Figures and Table is the daily practical or presumed one of the monospores which settled on the glass plate (Table 1).

The *Conchocelis*-phases showed somewhat different liberation of monospores among the same materials according to the locality of experiment, on the other hand they showed similar liberation among different materials in the same locality.

In all the *Conchocelis*-phases at Katsurazima, the liberation occured more or less in early September, mostly interrupted in the middle, and again occured from late September. The liberation continued until March or April of the following year, although it was very scanty.

In *P. tenera* and *P. yezoensis prox.*, the liberation was most active from early October to early November. After the active period, in *P. tenera* the liberation suddenly decreased, while in *P. yezoensis prox.* it remained tolerably abundant for the duration. In the wild *Conchocelis* (*a*, *b*) perhaps belonging to *P. yezoensis* prox., the liberation was more abundant in late November and the middle of December than in October.

There is also seen a periodicity in the liberation, which is conspicuous in the active period. In *P. tenera* and *P. yezoensis prox.*, the liberation increased on October 2–3, 16–17 and November 2–3 at intervals of 14–18 days. In the wild *Conchocelis* (*a*, *b*) the liberation increased at intervals of 5–8 or 12–15 days in October and of about 20 days in late November and the middle of December. There was a small and irregular increase or decrease within these periods.

At Ishihama and the raft, the liberation mostly occured in early September and was interrupted in the middle as at Katsurazima. In *P. tenera* and *P. yezoensis prox.* it was active from late September, and at the raft active liberation continued to the end of October. The periodicity of the liberation was also seen at Ishihama, it increased on September 22–23 and October 3 at intervals of 8–11 days. On the other hand, at the raft it was not so conspicuous as seen at Katsurazima and Ishihama, the liberation has a tendency to be abundant throughout the active period. This was the case with the experiment of *P. yozoensis prox.* in the laboratory. The wild *Conchocelis* (*a*, *b*) in both localities, as to the active period of liberation and periodicity, showed no sufficient results.

The wild *Conchocelis a* Nos. 3, 4 and *b* Nos. 3, 4 at Katsurazima (Table 1), of which results are not figured, showed the same results as Nos. 1, 2 of the former and Nos, 1, 2 of the latter respectively. The wild *Conchocelis b* (No. 5) at Ishihama did not liberate monospores during the experiment.

All the *Conchocelis*-phases in the oyster shells, after the active liberation, gradually faded in colour and became greenish. At the end of the experiment at Katsurazima they were entirely or nearly colourless.

The water temperature, specific gravity of the water and air temperature before and during the experiment are shown in Tables 2, 3 and Fig. 2. The water temperature during the period of the liberation ranged between 25° and 2°C. In the middle of September when the liberation was interrupted, the water temperature more than 25°C. In the active period of the liberation it was 23–14•5°C, but for *P. yezoensis prox.* and the wild *Conchocelis* it extend down to about 10°C. The specific gravity ranged between 1.025 and 1.021 during the experiment.

Discussion

From the above results, it is presumed that the active period of liberation of the monospores of *P. tenera* in Matsushima Bay was from late September to early November, and in *P. yezoensis prox.* it was from late September to the middle of December. The beginning of the active period of both species agrees with the season of the setting of "hibi" (twig of tree or bamboo or net as a substratum) for the cultivation of the laver (*P. tenera*).

The water temperature of the active period of liberation agrees with the moderate one for maturation in *P. tenera* described elsewhere in the present Bulletin (1956, p. 45) and by Suto et al. (1954).

As mentioned already, the periodicity of the liberation was also described by Kurogi, Takeuchi et al. and Tamura et al., and the period is within 5–21 days. The periodicity seems to be decided by the condition of maturation and environment. As to the relationship of maturation with water temperature for *P. tenera*, the present writers (1. c.) described that the periodicity occured also under a constant temperature (under a moderate one for maturation) at intervals of 8–16 days, that a fall in temperature promoted the liberation, on the other hand a rise in temperature caused repression, and that such a change in temperature influenced the periodicity of the liberation. Moreover, it is supposed that the number of days required for maturation under the moderate temperature described in the paper, which is greater in lower temperature than in higher one, has reference to the period and its length. In the present experiments there were cases in which the liberation appeared to be promoted after the falls of water temperature on September 28, October 5 and November 1–5.

Corelation of the liberation with spring tide as mentioned by Takeuchi et al. was not clear in the present experiments.

Daily periodicity of the monospore liberation

Materials and method

As materials the same *Conchocelis*-phases of *P. tenera* (*long type*) and *P. yezoensis prox.* submerged at Katsurazima and the oyster raft as used in the preceeding experiment were used.

The liberation was examined every four hours on October 15–16 and November 1–2 in the same manner as described in the preceeding experiment.

Results and discussion

The results are shown in Fig. 6. The liberation was active in the daytime, especially in the morning. Comparing this results with the writers' previous works (1955), and with those of Yamasaki (1954) and Suto et al (1954), it appears to be active somewhat late in the morning. There were also seen cases where it was comparatively abundant in the afternoon or even during the night. These fluctuations of the time of liberation seem to be related to the condition of the maturation and

illumination which is connected with tide, weather and depth of the position of the plant.

Sunrise, sunset, weather and tide during the experiment are shown in Table 6.

ま　え　が　き

アマノリ類の糸状体（*Conchocelis*-phase）の単胞子放出について、筆者の1人黒木（1953[1,2]）は松島湾に於て9～10月に単胞子が放出されることを認め、又室内実験に於てはアサクサノリ，マルバアマノリで9月、ウップルイノリで10月、チシマクロノリ（?）で11月からその放出を認め、更にアサクサノリでは10月に放出が最も多く、少い年らも1～2月まで放出が続けられ、放出に週期性のあること等を述べた。山崎（1954），須藤・丸山・梅林（1954）及び黒木・平野（1955）は更にアサクサノリの糸状体の単胞子放出の日週期について報告し、竹内・松原・下中・須藤（1954）は室内で培養したアサクサノリの糸状体を海に移して実験し、単胞子の放出に1潮毎の週期があること等を述べた。又田村・高山（1955）も最近アサクサノリの糸状体の単胞子放出について室内実験の結果を報告した。これらの報告によつて単胞子放出の状態が次第に詳しくわかつて来たが、多くは室内実験の結果で、黒木（1953[1]）の海での調査は断片的であり、又竹内・松原・下中・須藤の調査は必ずしも全く天然の状態で行われたとはいえず、調査期間も短く、その結果がどの程度に一般性があるかについても追試の要があるように思われる。このようにアマノリ類の糸状体の単胞子については、なお未知のことが多数あるが、筆者はこの単胞子の放出即ちその放出期・放出の週期性等について、1953[1,2]，1955[1] の実験観察に引続き、1954年秋から1955年春にかけて、室内培養の糸状体を海に移し、又天然の糸状体を海で調べたのでその結果を報告する。

この報告を行うに当り、筆者は本報告の御校閲をいただいた北海道大学山田幸男教授、並に本実験に対し終始御激励をうけた当研究所谷田専治博士に厚く御礼申し上げる。

I. 単胞子の放出期と週期性

實驗材料と方法

材　　料

室内培養のアサクサノリ（ナガバ型）（*P. tenera* Kjellm. *long type*），スサビノリ（?）（*P. yezoensis* Ueda *prox.*）及び海で採集した天然の糸状体を用いた。

室内培養の糸状体は何れも松島湾宮戸島の螽石浦で採集したノリの果胞子を培養して得たもので、培養は塩釜の当研究所で行つた。何れもカキ殻を基物としたもので、カキ殻の大さは長径 4.0～7.3，短径 2.6～3.8，厚さ 0.2～0.6 cm である。

各実験材料の経歴は次の通りである。

(1)　アサクサノリ（ナガバ型）の糸状体

1954年3月12日に果胞子付して培養した。糸状体は密にはびこり、7月7日に胞子嚢の形成を初めて認めた。

(2)　スサビノリ（?）の糸状体

1954 年3月12日及び4月12日に果胞子付して培養した。糸状体は共に密にはびこり、7月7・8日に胞子嚢の形成を初めて認めた。

第1表　実　験　材　料

Table 1　Materials

Material	Locality of experiment	Begining of the culture (or collecting date)	Date of transferance to the locality of experiment	Period of experiment	Counting method of liberated monospores on a glass plate (observed field of microscope)	Size of substratum (oyster shell) (long diam.×short diam.×thickness)
P. tenera (*long type*)						cm
No. 1, 2	Katsurazima	Mar. 12, 1954	Sept. 3, 1954	Sept. 5, 1954 ～May 6, 1955	whole	6.6×3.7×0.1～0.3 4.5×3.5×0.1～0.4
3, 4	Ishihama	〃	Aug. 24	Sept. 5～Oct. 9	50	4.5×3.1×0.1～0.2 5.0×3.5×0.1～0.6
5, 6	oyster-raft	〃	〃	Sept. 5～Nov. 14	whole	4.7×3.6×0.1～0.3 4.5×3.4×0.1～0.3
7	laboratory	〃	—	Sept. 8～Nov. 14	50	4.1×3.8×0.1～0.3
P. yezoensis prox.						
No. 1, 2	Katsurazima	Mar. 12, 1954	Sept. 3, 1954	Sept. 5, 1954 ～May 6, 1955	whole	5.2×3.6×0.1～0.5 5.1×3.4×0.1～0.6
3	Ishihama	〃	Aug. 24	Sept. 5～Oct. 9	50	5.1×3.3×0.1～0.3
4	oyster-raft	Apr. 12	Aug. 14 (transferred to Ishihama), Aug. 24 (transferred to the raft)	Sept. 5～Nov. 14	〃	4.7×3.7×0.1～0.5
5	laboratory	Mar. 12	—	Sept. 8～Nov. 14	〃	5.3×2.8×0.1～0.3
Wild *Conchocelis a* (*P. yezoensis prox.* ?)						
No. 1, 2	Katsurazima	Aug. 14, 1954 (transferred to the laboratory)	Sept. 3, 1954	Sept. 5, 1954 ～May 6. 1955	whole	4.8×3.3×0.1～0.6 6.3×3.6×0.1～0.4
3	〃	〃	〃	Sept. 5～Dec. 24	50	5.3×3.0×0.1～0.3
4	〃	Aug. 14 (transferred to Ishihama)	Aug. 24	〃	〃	5.3×2.6×0.1～0.3
5	Ishihama	Aug. 14	Aug. 14	Sept. 5～Oct. 9	〃	5.4×3.6×0.1～0.2
6	oyster-raft	Aug. 14 (transferred to Ishihama)	Aug. 24	Sept. 5～Nov. 14	whole	5.2×3.7×0.1～0.3
Wild *Conchocelis b* (*P. yezoensis prox.* ?)						
No. 1, 2	Katsurazima	Aug. 14, 1954 (transferred to Ishihama)	Aug. 24, 1954	Sept. 5, 1954 ～May 6, 1955	whole	5.5×3.4×0.1～0.3 4.6×3.3×0.1～0.2
3	〃	〃	〃	Sept. 5～Dec. 24	50	4.0×3.5×0.1～0.3
4	〃	Sept. 27	Sept. 27	〃	〃	4.1×3.6×0.1～0.5
5	Ishihama	Aug. 14	Aug. 14	Sept. 5～Oct. 9	〃	7.3×3.8×0.1～0.3
6	oyster-raft	Aug. 14 (transferred to Ishihama)	Aug. 24	Sept. 5～Nov. 14	〃	4.7×3.7×0.1～0.3

（3） 天然の糸状体

松島湾桂島の石浜崎（第1図）で採集したものであるが、之に次の2種類がある。

a 古くからあつたカキ殻に附着・生育していたもの

b 1954 年5月1日に同所に投入したカキ殻に附着・生育したもの。（カキ殻投入の方法は、多数のカキ殻に孔をあけ、太い針金で通してその一端を縄で岩に縛りつけ、流失しない様にして海底に沈めた。）

同所の糸状体の生育地は石浜水道に面した北向の場所で、背後に高い崖があり、直射光線をうけることは少く、崖の下から 4～5 m の間は水深 30 cm 位までの岩盤で、大小の転石があり、糸状体と共にマツノリ *Carpopeltis affinis* (Harv.) Okam その他の海藻にスサビノリ（?）が多数生育する。同地に於ける 1954 年のノリの繁茂状態を見ると、1 月には肉眼では殆ど見付からず、3～5月に多数繁茂し、6月末まで僅か乍らも生育していた。同地の古くからあつたカキ殻、5月1日に投入したカキ殻共に多数の糸状体が生育したが、カキ殻を投入した5月1日には同地にはスサビノリ（?）しか見付からず、このカキ殻に附着した糸状体は恐らくスサビノリ（?）に属するものと思われる。5月1日以前からあつたカキ殻に附着していた糸状体もスサビノリ（?）以外のノリは同地には極めて稀で、大部分はやはりスサビノリ（?）に属するものと思われる。古くからあつたカキ殻では6月1日に胞子嚢の形成を、8月14日に胞子の放出を初めて認めた。5月1日に投入したカキ殻では8月14日に胞子嚢の形成を初めて認めた。

方　　法

上記の材料を夫々桂島の桂島部落・石浜部落の舟付場の桟橋の下及び桂島部落地先約 500 m 沖合のカキ養殖用の筏に垂下して実験を行つた。桂島部落・石浜部落では糸状体を最干潮時にも干出しない水深約 20cm の水位に固定して垂下し、筏では水面下 2m の深さに垂下した。

実験は桂島部落を主とし継続的に行つた。この他比較のためアサクサノリ，スサビノリ（?）で室内実験を行つた。

各実験場所に糸状体を移し

第1図　松島湾桂島（実験場所を示す）
Fig 1 Map of Matsushima Bay and Katsura-zima (showing localities where the experiments were undertaken)

た日は、桂島部落へはアサクサノリ，スサビノリ(?)が9月3日、天然の糸状体が8月24日と9月3日、石浜部落へはアサクサノリ，スサビノリ(?)が8月24日、天然の糸状体が8月14日、筏へはすべて8月24日である。但し第1表に示したようにスサビノリ(?)では筏に移す前に石浜部落に垂下しておいたものがあり(No. 4)、天然の糸状体 *a*, *b* は大半8月14日に採集して石浜部落に垂下しておいたが、暫く室内においたもの(*a* No. 1–3)及び9月27日に採集してすぐ実験場所(桂島部落)に移したものがある(*b* No. 4)。

第2表　糸状体培養実験室の8月及び9月初の溫度

Table 2　Temperature in the laboratory in August and early September

Date	Mean	Max.	Min.
1954			
Aug. 1～10	25.6	27.8	23.2
11～20	26.7	30.1	22.2
21～31	24.6	30.7	20.8
Sept. 1～5	22.1	23.7	20.2

The temperature was measured by an auto-thermometer.

実験期間は各実験場所共、又アサクサノリ，スサビノリ(?)，天然の糸状体何れも1954年9月5日から始め、桂島部落では一部は12月24日で中止したが、残りは胞子の放出が全くなくなるまで即ち翌年5月6日まで行つた。石浜部落ではすべて10月9日、カキ筏で11月14日まで行い以後は中止した。室内の実験は9月8日から11月14日までである。以上の胞子放出実験は11月15日までは毎日、以後12月24日までは隔日、それ以後5月6日までは4～11日毎に行つた。

胞子放出の観察の方法は糸状体のついたカキ殻を1個づつ管瓶(高さ10 cm，直径3.9 cm)の中に吊し、その底に胞子受けのガラス円板(直径3 cm)をおき、実験場所の海水を満し、コルク栓をして、海中に垂下した。この瓶を毎夕交換して、15～20時間後にガラス円板上に沈下した胞子を数え、毎日の放出量を調べた。時化等のため2日以上胞子を放出させた時は(筏で出掛けられないことが度々あつた)、止むなくその全数を調べ、等分して各日の放出量とした。11月14日以後隔日に、又12月24日以後4～11日毎に調べた期間は調査日だけ管瓶に入れて、他の日は裸で海に垂下しておいた。基物のカキ殻は毎夕管瓶交換の際掃除して他物の附着を防いだ。管瓶に入れた水に他の胞子がまぎれこむ恐はあつたが、特に胞子の大さ等によつて区別出来る場合を除いてすべて数えた。又後期に胞子の放出が少くなつてからは、時々室内で濾過海水を使用して放出を調べ、放出の傍証とした。なお胞子の計数に当つてはガラス円板上の全数を数え、放出が多量である時だけ100倍或は400倍の倍率の顯微鏡で50視野を調べ円板上の全数を推定したが、一部は初めから100倍の倍率で50視野を調べ、放出が多い時は400倍の倍率で10視野をとつて放出の有無・量を推定した。

実験に用いた各材料の経歴・実験期間・基物のカキ殻の大さ及び上記の放出胞子の計数法を第1表に示した。

實驗結果

実験の結果を第2, 3, 4, 5図及び第4表に実験場所別に示した。但し桂島部落で12月24日

第3表　実験前の8月及び実験後期の1月～4月の水温・比重及び氣温

Table 3　Water temperature, specific gravity and air temperature in August and January～April.

Date	Water temperature			Specific gravity			Air temperature		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
1954									
Aug. 1～10	26.4	28.5	25.0	21.33	22.25	19.57	27.4	31.8	26.3
11～20	25.7	27.9	22.5	23.19	24.24	22.96	27.7	29.2	24.6
21～31	25.8	28.2	24.0	24.28	24.52	23.43	27.7	29.1	19.8
1955									
Jan. 1～10	3.0	4.5	2.2	24.00	24.36	23.87	3.1	9.1	−0.3
11～20	3.0	3.9	2.0	24.09	24.24	24.00	3.3	11.1	0.9
21～31	3.8	5.3	2.2	24.49	24.39	22.78	4.1	10.6	−0.3
Feb. 1～10	4.4	5.8	3.2	23.55	23.97	23.04	4.7	7.8	0.2
11～20	3.7	5.2	2.4	23.53	23.86	23.11	3.4	8.4	−2.0
21～28	4.9	6.5	3.1	24.01	24.30	23.80	6.0	11.5	2.2
Mar. 1～10	5.4	6.6	3.8	23.38	24.13	21.73	4.9	8.2	0.8
11～20	6.9	8.3	5.4	23.76	24.24	23.31	8.2	16.5	2.3
21～31	7.0	9.6	6.2	22.96	23.37	22.50	7.3	11.5	3.8
Apr. 1～10	8.9	12.3	6.2	22.93	23.51	21.99	11.2	15.6	5.7
11～20	12.0	15.3	9.2	22.67	23.54	21.12	13.5	26.4	8.1
21～30	11.7	13.3	9.2	23.27	23.74	22.74	13.0	18.8	9.6
	h m 7.00 and 17.00 at Katsurazima						h m 10.00 at Shiogama		

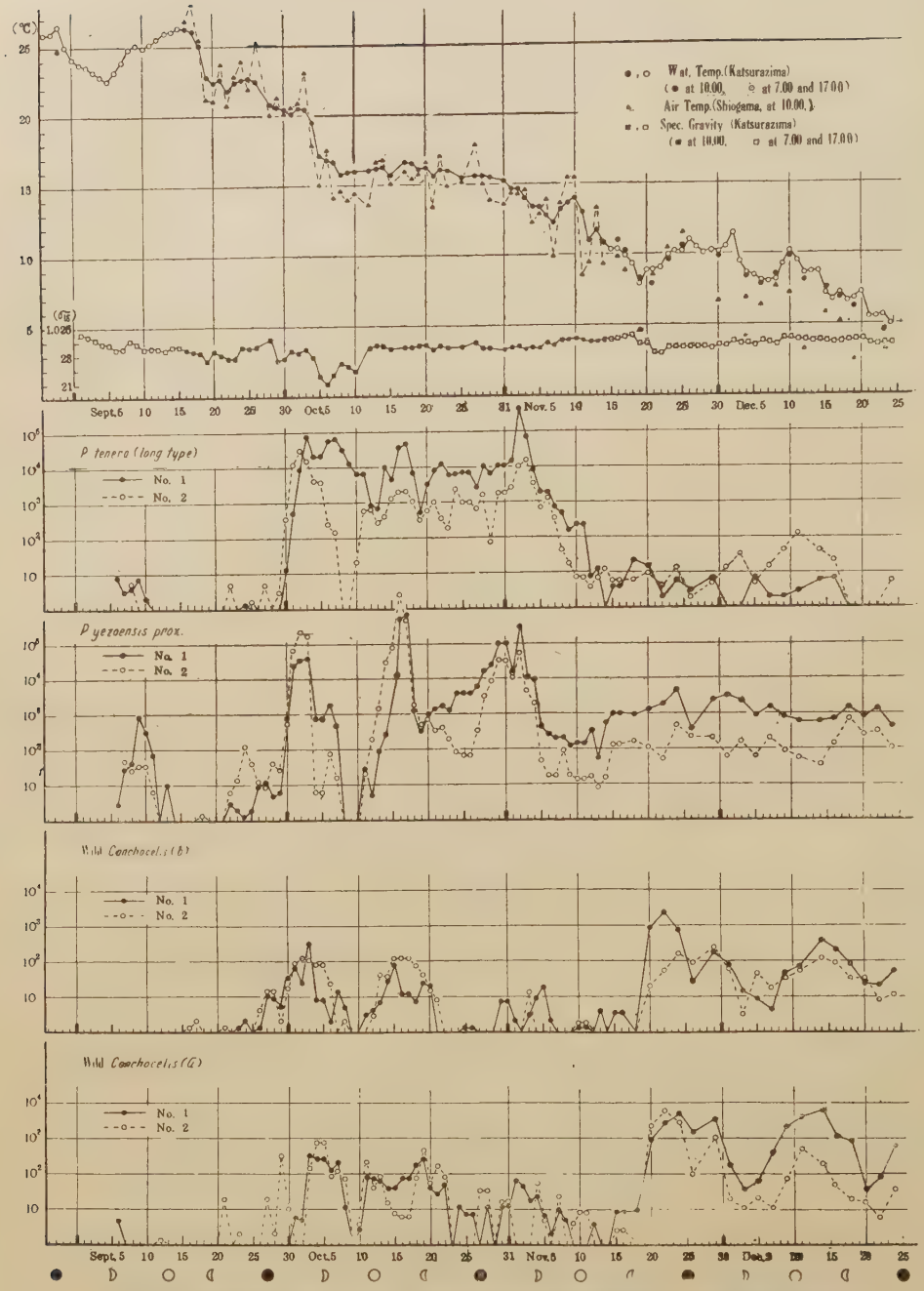
まで実験を行つた天然の糸状体 *a* の No. 3, 4 及び *b* の No. 3, 4 は *a* の No. 1, 2 及び *b* の No. 1, 2 と夫々殆ど同じ結果を示したので省略した。又石浜の天然の糸状体 *b* (No. 5) は50視野だけを調べた結果であるが、実験期間中胞子の放出を認めなかつた。

胞子の放出狀態は実験場所によつて同一材料でもいくらかの差があり、又同一場所では異なる材料でも似ているが、桂島部落の実験を中心として述べると次の通りである。

放出期と放出盛期

アサクサノリ，スサビノリ（?）及びスサビノリ（?）と思われる天然の糸状体 *a*, *b* 何れも、胞子は既に9月上旬に多かれ少かれ放出されているが、中旬には全く或は殆どなく、9月下旬から本格的な放出期に入つている。石浜部落・筏に於ても大体同様な結果である。放出の終期は3月或は4月で、終期近くの放出は痕跡的であるが、相当長期に亘つて胞子を放出している。

放出の盛期はアサクサノリ，スサビノリ（?）では9月末乃至10月初めから11月上旬となつている。しかしてこの盛期以後の放出はアサクサノリでは急に少くなつているのに対し、スサビノリ（?）では以後も可成りの胞子を放出している。石浜部落・筏では実験期間短く十分な結果を得ていないが、桂島部落より早く9月下旬から放出盛期に入り、筏では10月下旬まで続いている。室内では9月末から10月中旬乃至下旬が盛期となつている。


(℃)
Wat. Temp.(Katsurazima)
(● at 10.00, ⊖ at 7.00 and 17.00)
Air Temp.(Shiogama, at 10.00.)
Spec. Gravity (Katsurazima)
(■ at 10.00, □ at 7.00 and 17.00)
Sept.5 10 15 20 25 30 Oct.5 10 15 20 25 31 Nov.5 10 15 20 25 30 Dec.5 10 15 20 25
P. tenera (long type)
No. 1
No. 2
P. yezoensis prox.
No. 1
No. 2
Wild Conchocelis (B)
No. 1
No. 2
Wild Conchocelis (G)
No. 1
No. 2
Sept.5 10 15 20 25 30 Oct.5 10 15 20 25 31 Nov.5 10 15 20 25 30 Dec.5 10 15 20 25

第2図　桂島部落に於けるアマノリ類の糸狀体の單胞子放出と水温・比重及び氣温
(1954年9月5日～12月24日)

Fig. 2 Daily number of liberated monospores from the *Conchocelis*-phases of *Porphyra* set at Katsurazima, the water temperature, specific gravity of the water and air temperature (from Sept. 5 to Dec. 24, 1954)

スサビノリ（?）と思われる天然の糸状体 *a*, *b* では、糸状体の繁茂状態から室内培養のもの程の多量の放出は期待しなかつたのであるが、10 月上・中旬に或る程度の放出が見られ、以後暫く放出が減つているが、再び 11 月下旬，12 月中旬に前よりずつと多くの胞子を放出している[1]。石浜部落・筏のものでは十分な結果が得られていない。

放出の週期

次に胞子の放出状態を見ると、或る週期を以て放出が増減しているのが見られる。そしてこの増減は放出の盛期に顕著に現われている。又放出の週期或は増減の期日は同じ場所では違つた種類でも似ている。

第 4 表　1954年12月24日以後の桂島部落の糸状体の單胞子放出数

Table 4　Number of liberated monospores from the *Conchocelis*-phases set in the sea at Katsurazima during December 30, 1954 to May 6, 1955 •

Material / Date	*P. tenera* (*long type*)		*P. yezoensis prox.*		Wild material *a* (*P. yezoensis prox.* ?)		Wild material *b* (*P. yezoensis prox.* ?)	
	No. 1	No. 2	No. 1	No. 2	No. 1	No. 2	No. 1	No. 2
1954 Dec. 30～31	0	0	47	43	7	3	9	12
1955 Jan. 4～5	0	0	83	126	27	31	12	45
9～10	7	9	347	192	208	85	96	160
20～21	2	1	17	8	30	7	12	11
24～25	27	3	93	66	40	2	0	34
29～30	0	0	136	97	11	4	5	43
Feb. 3～4	5	0	56	59	9	5	2	12
8～9	10	2	51	32	11	0	—	19
13～14	0	1	54	40	3	0	—	2
17～18	2	0	46	28	2	0	—	3
23～24	3	0	7	6	8	0	—	4
Mar. 3～4*	17	6	23	7	3	0	2	0
10～11	0	0	1	3	4	0	7	2
17～18	0	0	4	2	3	12	0	9
22～23	5	3	3	1	0	0	3	0
27～28	2	—	0	—	0	—	0	—
Apr. 1～2	4	1	2	0	0	0	0	—
8～9	0	0	0	0	0	0	2	0
13～14	0	0	7	0	0	0	0	0
18～19	0	0	1	0	0	2	0	0
26～28*	0	0	0	0	0	0	0	0
May 4～6*	0	0	0	0	0	0	0	0

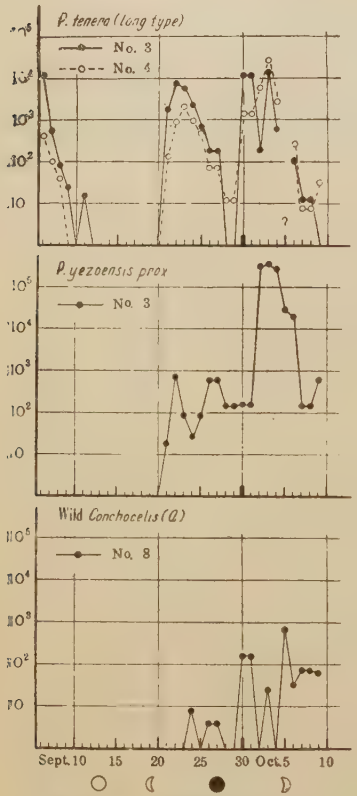
* Examined in the laboratory.

即ちアサクサノリ，スサビノリ（?）では 10 月 2・3 日頃、16・17 日頃及び 11 月 2・3 日頃に

1) 桂島部落で断片的に調べた他の材料で 10 月 5 日に 2～4 万の多数の胞子を放出したものもある。

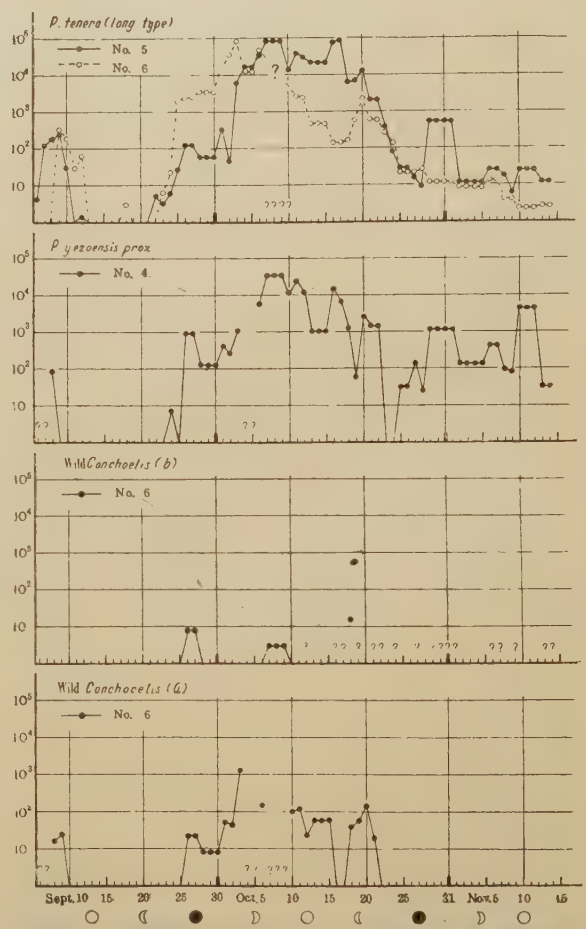
14～18 日位の週期で放出が多くなつている。天然の糸状体 *a*, *b* では放出の前期には期日があまり一致していないが、*a* では10月3日～5日頃、11日頃、19日頃に5～8日位の週期で、*b* では10月2・3日頃、17日頃に 12～15 日位の週期で放出が多くなつている。後期には *a*, *b* 共に週期はより長く、20日位の間をおいて11月22日～24日と12月14日頃に放出の山が見られる。しかし之等の放出の増減は必ずしも規則的で且つ顯著ではなく副生的な起伏があつて、放出の山或は谷の識別し難いこともある。又放出盛期後は放出少くその増減は不顯著で不規則である。

石浜部落のアサクサノリ，スサビノリ（?）は9月 22・23日頃及び 10月3日頃に8～11日位の週期で放出の山が見られる。筏では胞子の放出盛期に桂島部落・石浜部落のものの様には、放出



第3図　石浜部落に於けるアマノリ類の糸状体の單胞子放出（1954年9月5日～10月9日）
（? は欠測を示す）

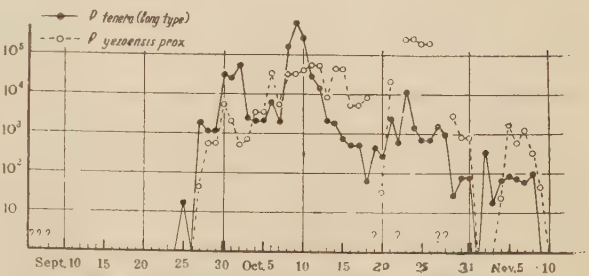
Fig. 3 Daily number of liberated monospores from the *Conchocelis*-phases of *Porphyra* set at Ishihama (from Sept. 5 to Oct. 9, 1954) (? indicating insufficient obseravtion)



第4図　カキ筏に於けるアマノリ類の糸状体の單胞子放出（1954年9月5日～11月4日）（? は欠測を示す）

Fig. 4 Daily number of liberated monospores from the *Conchocelis*-phases of *Porphyra* set at the oyster raft (from Sept. 5 to Nov. 14, 1954) (? indicating insufficient observation)

の増減があまり顕著には現われてこなく、全期を通じて放出が多い。室内のスサビノリ(?)の場合にも似た傾向を示している。石浜部落・筏の天然の糸状体 *a, b* は実験期間短く、放出もあまり多くなく十分なことを知ることが出来ない。



第5図　室内に於けるアマノリ類の糸状体の單胞子放出(1954年9月8日～11月14日)（?は欠測を示す）
Fig. 5　Daily number of liberated monospores from *Conchocelis*-phases in the laboratory (from Sept. 8 to Nov. 14) (? indicating insufficient observation)

糸状体の観察と胞子の發芽

カキ殻についている糸状体は胞子の放出盛期に入ると、次第に紫色が脱けて綠色をおび、盛期の終には紫色が殆どなくなり、灰綠色或は淡紫綠色を示した。胞子の放出がなくなり、実験を終了した時はカキ殻は全く白く或は一部に僅かに淡綠色の部分を残すのみであつた。

放出された胞子の発芽について、十分な調査ではないが、計数の際即ち放出後1日目の観察では何れも放出の前期に発芽しているものが多く見られたが、この間にも常によく発芽しているとは云えず、日によつて発芽しているものが稀にしか見られないことも屢々あつた。

放出期間中の水温と比重

実験前・実験期間中の水温・比重・気温（室温を含む）を第2, 3表, 第2図に示した。之によると水温は胞子が最初に放出された9月上旬は 22.6°C まで下り、放出の中断された9月中旬は 25°C 以上、以後の放出期間中の水温は大体 25～2° C、放出盛期の9月下旬～11月上旬の水温は大略 23～14•5°C となつている。比重は全期を通じて 1.025～1.021 である。

考　　察

以上行つた実験は桂島部落・石浜部落では糸状体を浅い所に固定し、筏では常に水面下 2m の所に垂下し、又胞子放出に際してはコルク栓をして管瓶に入れておいたので、より深い所に糸状体がある場合或は水の流れをうける場合はいくらかは異つた胞子の放出を行うものと思うが、海に於ける糸状体の胞子の放出の大略はうかがえるものと思う。

胞子放出の盛期・週期性が実験場所によつて同一材料でもいくらか異なり、又同一場所では異なつた材料でも相似性があるのは各実験場所の環境に支配されているためであろうが、又垂下期日の差も関係しているかも知れない。

放出盛期後にアサクサノリでは急に放出が少くなるのに反し、スサビノリ(?)では以後も可成りの放出を行い、又恐らくスサビノリ(?)と思われる天然の糸状体が 10 月よりも多くの胞子を 11 月下旬, 12 月中旬に放出しているが、之は種類によつて成熟即ち胞子嚢の形成・胞子の放出時期に差があることを示すものと思われる。之と関係して黒木 (1953[2]) が行つた室内実験に於ても、

アサクサノリのナガバ型は同様に早くから放出が少くなり、マルバ型[2]は後まで可成りの胞子を放出している。しかして松島湾に於ける胞子の放出盛期は、年による差はあろうが、アサクサノリでは9月下旬～11月上旬、スサビノリ（?）では9月下旬～12月中旬位と思われる。

糸状体の成熟即ち胞子嚢の形成・胞子の放出は種々の環境要因によつて決められるものと思うが、その中で水温・比重については須藤・丸山・梅林(1954)がアサクサノリ(型 2, 4)，コスヂノリの糸状体を用いて行つた実験報告がある。即ち 21～25°C の室温で培養されていたものを種々の温度の恒温槽に移して調べた結果、9～24°C の温度で胞子を放出し、アサクサノリ（型 2, 4）では 17～20°C. コスヂノリでは 17°C 内外が放出の適温であること、及び比重 1.023 で培養したものを比重を低下させて培養すると放出が減り、特にアサクサノリでは 1.017 以下、コスヂノリでは 1.020以下でその減少が著しいことが報告されている。筆者もまた別報（1956, 本研究報告 p. 45）の様にアサクサノリ（ナガバ型）の糸状体の胞子嚢形成・胞子放出と水温との関係を調べ、胞子嚢をよく形成し且つ胞子をよく放出する水温は（15）～18～21～(24°C) 位であることを知つた。しかして本実験における胞子の放出期・中断期・盛期の水温は既述した通りで、これらの温度は別報（前記）及び上記の須藤・丸山・梅林のアサクサノリにおける実験結果と略々一致する(須藤・丸山・梅林のアサクサノリ（型2）は筆者のスサビノリ（?）と同じ種類でアサクサノリとは別種であると思われるのでこの論述からは省く)。但し前記せることからも分るようにスサビノリ（?）では放出適温を 10°C 位まで考えなければならないようである。

なおこの実験は9月5日から始め、それ以前のことは調べていないが、上記の胞子の放出温度と実験前の水温状況から推して、胞子は8月30・31日頃から放出し始めていたのではないかと思われる（天然の糸状体 *a* では既述したように8月14日に胞子を放出したのを見ている)。又この実験で2・3°C 位までの低水温で僅か乍らも胞子の放出が行われているが、この放出温度に対しては別報（前記）で述べている様な胞子嚢形成温度を併せて考えなければならない。即ちこの様な低温では胞子を放出することは出来ても新しく胞子を形成することは殆ど出来ないであらうから、多量の胞子を長く続けて放出するとは考えられない。

実験期間中の比重は既述した通りであるが、この間の胞子の放出と比重との関係は詳でない。

次に本実験で見られた様な胞子放出の週期性は既に黒木（1953[2]）が室内実験でアサクサノリ（マルバ型）[3]の胞子放出に12～21日位の週期があると報じ、竹内・松原・下中・須藤（1954）は広島県草津地先で室内培養のアサクサノリの糸状体を5組、1953年10月15日から11月30日まで海に入れ、毎日1組づつあげて、実験室で胞子を放出させ既述したように顕著な1潮の週期を以て大潮毎に放出が多くなると報告している。田村・高山（1955）も1954年10月5日から12月21日

[2,3] 本材料は本報告でスサビノリ（?）としているものと同じで、國枝 (1939) のマルバ型と区別されることを知つたので訂正する。

まで毎日アサクサノリの糸状体の胞子放出を室内で調べ、7～13日の間隔で放出が多くなると報じた。この様に胞子の放出は5～21日位の週期で増減し、その週期性は放出の盛期に顕著で且つ放出初期に短い傾向を示している。

この週期性を考えるに当つては糸状体の成熟条件或は状態、又条件の変化による影響を考えなければならない。この条件の1つとして筆者は別報（前記）で報じているように糸状体の成熟即ち胞子嚢形成・胞子放出と水温との関係を調べ、一定水温でも（勿論成熟の適温下でなければならないが）、胞子の放出は8～16日位の週期で増減し、その増減の度は高温の場合により顕著であること、水温の降下は胞子の放出を促進し、上昇は抑制し、之等の水温の変化が週期に影響を与えること等を知つた。更に適水温下の各温度に於ける胞子嚢形成・胞子放出に要する日数を調べたが、この所要日数が胞子放出の週期と関係し、またその所要日数は高温の方が短く、低温の方が長いが、之が週期の長短とも関係しているのではないかと思われる。水温の変化の影響は、本実験でも9月28日，10月5日，11月1日～5日の水温の降下が胞子の放出を促し、放出週期を早めたり、中間的な放出の山を形成したと思われるものがある。

その他の条件としては比重・光線（或は明さ）等がある。その中、比重については須藤・丸山・梅林（1954）の報告、光線（或は明さ）については山崎（1955），須藤・丸山・梅林（1954）及び黒木・平野（1955[1,2]）の報告があるが、未だ十分な研究とは云えない。しかし之らの条件が胞子の放出、引いてはその週期性に影響を与えていることは十分察知出来る。

竹内・松原・下中・須藤（1954）が報じたような大潮と一致した週期については潮汐の変化に伴う諸条件の変化が胞子の放出に影響を与えることは当然考えられるが、本実験では明らかな関係は示していない。しかし大潮時に水温が降下して胞子の放出を促し、更に成熟の週期が14日位になるような条件下では大潮と胞子放出の週期の一致はおこり得ることである。なお本実験で筏・室内の胞子放出の状態が、桂島部落・石浜部落のそれと比較し、放出盛期に放出の増減があまり顕著でなく、全期を通じて多くなつている。之は糸状体の生育場所・成熟状態と関係があると思うが、十分な説明を与えることが出来ない。

最後に以上のべた実験結果とノリの胞子付との関係について考えて見ると、松島湾ではノリ網の建込みは普通9月中・下旬～10月上旬（稀に9月上旬）に行い、ノリを附着させている。本実験を行つた1954年度に於てもこの時期の建込みで好結果を得ている。松島湾の養殖ノリの大部分はアサクサノリ（ナガバ型）であるが、この胞子付の時期は糸状体の單胞子放出の盛期の初めに当る。又ノリの胞子付の適水温は（23）～20～17～（14・5°C）（殖田1952による）とされているが、この水温は亦糸状体の胞子の放出盛期の水温と一致している。しかしてノリの胞子付は糸状体の單胞子の出現のみならず、以後の胞子の発芽・生長・二次的繁殖或は青ノリその他のものの附着とも関係し、糸状体の胞子のみを以て云々することは出来ないが、その放出盛期の初めが従来のノリの胞子付時期と一致しているのは興味深い。

II 單胞子放出の日週期

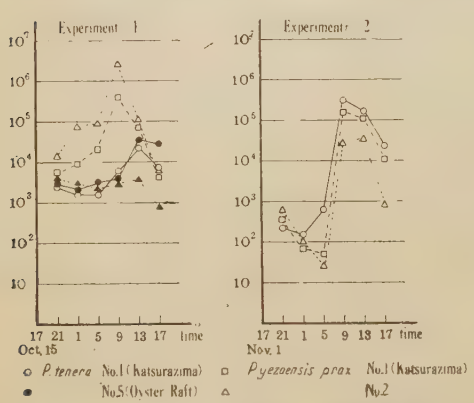
實驗材料と方法

材料はIの実験に用いたものと同じで、桂島部落・筏に垂下したアサクサノリ（ナガバ型）(No. 1, 5) とスサビノリ (?) (No. 1, 2, 4) の糸状体である。

実験は放出の最盛期を選んで、桂島部落と筏に於て2回行つた。第1回の実験は 1954年 10月 15日午後5時から翌16日午後5時まで、第2回は桂島部落に於てだけ 11月1日午後5時から翌2日午後5時まで行つた。Iの実験と同じ方法で4時間毎の放出量を調べ、その日変化を見た。

實驗結果及び考察

結果は 第6図に示した通りである。胞子の放出は一般に夜間に少く、晝間特に午前中に多い。



第6図　アマノリ類の糸状体の單胞子放出の日變化（海での実験）

Fig. 6 Daily change of monspore liberation from the *Conchocelis*-phases of *Porphyra* in the sea.

しかして10月15日～16日の実験では午前5～9時に多いもの（桂島部落スサビノリ（?）No. 1, 2），9～13時に多くまた13～17時にも可成り放出しているもの（桂島部落アサクサノリ No. 1, 筏アサクサノリ No. 5）及び夜間と晝間の差の殆どないもの（筏スサビノリ (?) No. 4）があり、11月1日～2日の桂島部落だけの実験では5～9時或は9～13時に多かつた。

なお実験当日及び前後の日出・日沒・天候・潮汐を第5表に示した。

このように胞子の放出は海でも山崎(1954)，須藤・丸山・梅林 (1954)，黒木・平野 (1955)，田村・高山 (1955) が報じた様に午前中に多いが、時間

第5表　單胞子放出の日週期調査期間の日出・日沒・潮汐及び天候

Table 5 Sunrise, sunset, tide and weather during the examination of the daily periodicity of monospore-liberation from *Conchocelis*-phases

Date	Sunrise	Sunset	High water	Low water	Weather
1954	h m	h m	h m cm	h m cm	
Oct. 15	5. 44	17. 00	6. 15～152 16. 50～171	11. 25 — 93	fine
16	5. 45	16. 55	7. 20～143 17. 15～169	0. 10 — 8 11. 55～105	〃
17	5. 46	16. 57	8. 25～135 17. 50～165	0. 50 — 14 12. 3[illegible]～111	〃
Nov. 1	6. 01	16. 39	8. [illegible]5～131 17. 35～154	0. 35 — 24 12. 25～114	〃
2	6. 02	16. 38	9. 05～130 18. 05～147	1. 15 — 31 12. 55～117	〃
3	6. 04	16. 36	10. 05～129 18. 45～137	2. 05 — 39 14. 05～118	〃

的に少し遅れ、午後にも時には夜にも可成り放出される場合がある。この様な放出の日週期のづれは、その原因を十分摑むことが出来ないが、胞子の放出狀態即ち放出が增加途上にあるか或は減少途中にあるかということ、又天候と共に後の糸狀体と桂島部落の糸狀体とに見られるような垂下の水深・水深の変化或は干滿潮時刻の差による光線の强さ等の違によつて生ずるものであろう。

要　　約

1954 年秋から 1955 年春にかけて、松島湾桂島に於て、室内培養のアサクサノリ（ナガバ型），スサビノリ（?）の糸狀体を海に移し、又スサビノリ（?）と思われる天然の糸狀体を用いて、海で單胞子の放出狀態を調べた。

I　單胞子の放出期と週期性

單胞子の放出期とその盛期は実驗場所によつていくらかの差はあつたが、アサクサノリ，スサビノリ（?）の糸狀体では 9 月初め（或は 8 月末）から放出を始め、9 月中旬に中断し、再び下旬から放出を行い、翌年 3•4 月まで放出しつづけた。胞子の放出の最も多かつたのは 9 月下旬～11 月上旬であつた。しかしこの盛期後アサクサノリでは急にその放出が少くなつたのに反し、スサビノリ（?）では以後も可成りの胞子を放出した。

スサビノリ（?）と思われる天然の糸狀体では 10月上•中旬にもかなりの胞子を放出したが、11月下旬，12 月上旬により多くの放出を行つた。

以上の結果から松島湾に於ける胞子放出の盛期はアサクサノリが 9 月下旬～11 月上旬、スサビノリ（?）が 9 月下旬～12 月中旬と推定し、種類により胞子の放出期に差があるように思われた。

胞子の放出にはある週期を以て增減するのが見られた。この增減の度は放出の盛期に顯著に現われ、5～20 日位の週期を示した。同一場所では異なる材料でも、その增減の週期及び期日に一致性が見られた。しかし胞子放出の增減は常に顯著に現われるとは限らず、副生的な起伏があつたり、放出盛期全体に多く放出される場合もあつた。

胞子放出期間中の水溫は 25～2°C，放出盛期の水溫は 23～14•5°C 位であつた。但しスサビノリ（?），スサビノリと思われる天然の材料では 10°C 前後まで可成りの胞子を放出した。放出の中断した 9 月中旬の水溫は 25°C 以上であつた。

なお以上の胞子放出期・盛期及び週期性と水溫その他との関係を考察し、更に放出盛期の時期とノリの胞子付時期との関係等についてのべた。

II　單胞子放出の日週期

單胞子の放出は夜間に少く、日中特に午前中に多かつた。しかし室内実驗に比べて時間的に少し遅れ、午後にも可成りの胞子を放出し、時には夜間と晝間の放出量にあまり差のないこともあつた。

引　用　文　献

黒木宗尙 (Kurogi, M.), 1953[1], アマノリ類の生活史の研究 第I報 果胞子の発芽と生長 (Study of the life-history of *Porphyra* I The germination and development of carpospores), 東北水研報告 (Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.), (2), p.67

————, 1953[2], アサクサノリの糸状体の單胞子放出について (On the liberation of monospores from the filamentous thallus (*Conchocelis*-stage) of *Porphyra tenera* Kjellm.), ibid., (2), p.104

黒木宗尙・平野和夫 (Kurogi, M. and Hirano, K.), 1955[1], l. c. (2) 放出の日週期 (The daily periodicity of the liberation), ibid., (4), p.279

———— ————, 1955[2], 乾燥・海水塩分・光線がアマノリ類の糸状体 (*Conchocelis* 期) に及ぼす影響 (Influences of desiccation, salinity of the water and illumination on the *Conchocelis*-thallus of *Porphyra*), ibid., (4), p.262

———— ————, 1956, アサクサノリの糸状体の生長・單胞子嚢形成・及び單胞子放出と水温との関係 (Influences of water temperature on the growth, formation of monosporangia and monospore-liberation in the *Conchocelis*-phase of *Porphyra tenera* Kjellm.) ibid., (8), p.45

須藤俊造・丸山武男・梅林脩 (Suto, S., Maruyama, T., and Umebayashi, O.), 1954, アサクサノリの *Conchocelis*-phase からの胞子放出について (On the shedding of spores from *Conchocelis*-phase of *Porphyra tenera* cultured in shells of bivalves), 日水誌 (Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.), **20** (6), p.490

竹内卓三・松原孝之・下中元信・須藤俊造 (Takeuchi, T., Matsubara, T., Shitanaka, M. and Suto, S.), 1954, 海に入れたノリの *Conchocelis*-phase からの胞子の放出とヒビ立て時期 (On the shedding of spores from cultured *Conchocelis*-phase of *Porphyra tenera* set in the sea), ibid., **20**(6), p.487

田村靜夫・高山　實, 1955, あさくさのり *Porphyra tenera* Kjellm. の *Conchocelis*-phase からの胞子放出に関する 2・3 の実験並に人工採苗試験について (プリント)

殖田三郎, 1952, 海苔養殖読本

山崎　浩 (Yamasaki, H.), 1954, アサクサノリ (*Porphyra tenera* Kjellm.) の糸状体の生態 II 特に糸状体より放出された胞子について (Studies on the ecology of the *Conchocelis*-phase of *Porphyra tenera* Kjellm. II Shedding and fixing of spores), 日水誌 (Bull. Jap. Soc. Sci. Fish), **20** (6), p.447.

アサクサノリの糸状体の生長・單胞子嚢形成・單胞子放出と水温との関係※

黒木宗尚・平野和夫

INFLUENCES OF WATER TEMPERATURE ON THE GROWTH, FORMATION OF MONOSPORANGIA AND MONOSPORE-LIBERATION IN THE *CONCHOCELIS*-PHASE OF *PORPHYRA TENERA* KJELLM.

By
Munenao KUROGI and Kazuo HIRANO

The *Conchocelis*-phase of *Porphyra*, in general, shows slower growth in winter than in spring, forms monosporangia from (June), July or August and liberate monospores from September in culture as well as in the sea at Shiogama, Matsushima Bay (cf. Kurogi, 1953[1,2]). These seasons for growth or maturation seem to be decided by various environments. As to water temperature, one of the factors of the environments, Suto, Maruyama and Umebayashi (1954) reported on the moderate one for the monospore-liberation in *P. tenera* and *P. angusta*.

The writers investigated *P. tenera and P. yezoensis prox.* with regard to the period and periodicy of the liberation in the sea (the present Bulletin, 1956, p. 27). Also experiments were made on the influences of water temperature on the growth, formation of monosporangia and monospore-liberation of the *Conchocelis*-phase of *P. tenera*.

Materials and method

As materials, the *Conchocelis*-phases of *P. tenera* Kjellm. *long type* in oyster shells, which were derived from the carpospores of the leafy thallus collected on December 7, 1954 at Matsushima Bay, were used. They were kept under the laboratory temperature until the experiment was commenced. Five culture vessels (15 cm in diameter and 10 cm high) fixed at 15°, 18°, 21°, 24° and 27°C respectively in the water baths were prepared. The culture medium was filtered natural sea water containing KNO_3–0.1g and Na_2HPO_4–0.02g per liter; this was changed every five days.

The following four culture experiments were made.

※ 東北海区水産研究所業績　第88号

(1) The four days old thalli, which were 14～32 μ long, unbranched and not yet visible to the naked eye, were transferred to the vessels fixed at the above mentioned temperatures respectively on December 11 and the culture was continued until April 3, 1955.

(2) The 44 days old thalli, which were sterile and showed a small patch 0.3～0.5 mm in diameter, were cultured in the same manner as Experiment 1 from January 20 to March 2, 1955.

(3) The thalli cultured under 15°, 18° and 21°C from the same date as Experiment 1 were transferred to higher temperature (up to 27°C) and then to lower ones (down to 15°C) every 10, 15 or 20 days. The culture experiment continued to April 3, 1955.

(4) The matured thalli cultured under the fixed temperatures in Experiment 1 were transferred to culture vessels of other temperatures, and the influences of the change of temperature on the liberation of monospores were examined.

As a control, an ordinary culture under the laboratory temperature was made.

Results

Growth

The lengths of the main filaments of 30 individuals from each culture under fixed temperatures in the early stage of *Conchocelis*-thalli in Experiment 1 are shown in Table 3. After 35 days their patches were nearly 1 mm in diameter under 15°, 18°, 21° and 24°C, about 0.7 mm under 27°C and about 0.3 mm under the laboratory temperature.

The thalli, at least in the early stage, showed somewhat rapid growth in length as well as dense branching under the higher temperature of 15°, 18°, 21° and 24°C, but the differences among the four cultures were slight. Under 27°C, on the contrary, the growth in length was restrained, but the branching was rather dense; they showed a deeper coloured patch with clear cut outline. Under the laboratory temperature (cf. Table 1), they showed the slowest growth.

Formation of monosporangia

The number of days required for the formation of monosporangia in Experiments 1, 2 and 3 are shown in Table 4. Observations of the formation were done every five days. In Experiment 3 the observation on the 35th day being insufficient was repeated on the 38th day.

According to Experiments 1 and 2, in which the cultures were made under fixed temperatures, the sterile *Conchocelis*-thalli formed monosporangia under 15°, 18°, 21°, 24° and 27°C within 15～45 days, but did not under the laboratory temperature of which daily average was 10.7°C during the experiment. The formation was the most rapid under 21°, 24° and 27°C and the latest under 15°C. The younger thalli in Experiment 1 required more days for the formation than the larger ones in Experiment 2.

In Experiment 3 all the thalli formed monosporangia and required a similar number of days for the formation as under 18°C in Experiment 1.

The number of monosporangia formed on the *Conchocelis*-thalli cultured under the fixed temperatures in Experiment 1 is shown in Table 5. Under 24°C the sporangia were the most abundant and under 21° and 27°C they were next in abundance. Under 15°C they diminished and were not fully developed.

Liberation of monospores

For the purpose of observation on the liberation of monospores, an oyster shell with the *Conchocelis*-thalli was hung in a glass tube (3.8 cm in diameter and 9.7 cm high) which was used as the culture vessel and on its bottom a glass plate (3.0×2.4 cm) was placed. The oyster shells used were 2 cm square and about 2 mm thick and had 150～200 individuals of the *Conchocellis*-thalli per 1 cm square. The glass plates were observed every other day, and the total number of monospores accumulated on them was calculated approximately by observation of 20～50 fields of microscope with 100 magnification.

The number of days required for the liberation of monospores in Experiments 1, 2 and 3 are shown in Table 4 together with that for the formation of the monosporangia.

According to Experiments 1 and 2, the monospores were liberated under 15°, 18°, 21° and 24°C soon after the monosporangia were noticed. Under 27°C, although there were a number of monosporangia, monospores were not liberated at all. None were liberated under the laboratory temperature.

In Experiment 3, the thalli cultured from 18°C and transferred every 10 days and those cultured from 21°C and transferred every 15 or 20 days are late in the liberation. These thalli had been cultured under 27°C before the liberation began.

The liberations of monospores in Experiments 1, 2 and 3 during the experiment are shown in Figs. 1, 2 and 3.

According to Experiments 1 and 2 the liberation was the most abundant under 18° and 21°C, next under 24°C and very few under 15°C. In the course of the liberation, the thalli kept under 18° and 21°C faded in colour and became somewhat yellow-greenish due to the abundant liberation of monospores. This fading also slightly occured under 24°C. On the other hand, under 27°C they showed a pinkish deep violet colour, and under 15°C or the laboratory temperature they coloured dark violet throughout.

In Experiment 3, when the thalli were transferred to 27°C from 24°C, they discontinued to liberate monospores within 4 days. When the thalli were transferred again to 24°C, they began to liberate monospores again after 4～6 days and the liberation generally became abundant. When the thalli were transferred to a lower temperature among 24～15°C, there were cases in which the liberation appeared to

be promoted within 2～6 days.

In Experiment 4 (Figs. 4 and 5), in which the matured *Conchocelis*-thalli cultured under the diverse fixed temperatures in Experiment 1 were transferred to other temperatures to ascertain the influences of the change in temperature on the liberation of monospores, when the temperature was elevated among 15°～24°C the liberation decreased, on the other hand when the temperature was lowered it increased. These effects were noticed on the second to sixth day, and when the change of temperature was greater, the effects seemed to be more remarkable. Thereafter liberation appeared to gradually become the same as in Experiments 1 and 2.

Moreover, in Experiments 1, 2, 3 and 4 there was seen increase or decrease of the liberation in a certain period (Figs. 2～5). The period was 8～16 days in Experiment 1 and 12～14 days in Experiment 2. Under the fixed temperatures (Experiments 1 and 2) when the temperature is higher, the increase and decrease is more conspicuous. In Experiment 3 (especially in the every 15 or 20 days transferred cultures), the periodcity is irregular. This appears to be due to the influences of the change in temperature.

Discussion

From the results above mentioned, it is clear that the growth, formation of monosporangia and liberation of monospores in the *Conchocelis*-phase of *P. tenera* are strongly decided by the water temperature. And the seasons of them as already mentiond are well comprehensible.

There are suitable temperatures for the growth, formation of monosporangia and liberation of monospores respectively. The suitable temperature for the formation of monosporangia does not always agree with that for the liberation of monospores. That for the formation of monosporangia as well as the liberation of monospores is suggested to be (15°)～18°～21°～(24°)C. The temperature agrees with the that of the active period of liberation in the sea already described for *P. tenera* elsewhere (1. c.) and with the moderate one for the liberation reported for *P. tenera* by Suto et al (1. c.). The higher part of the temperature range also agrees with the temperature of the season for setting of "hibi" (twig of tree or bamboo or net) for the cultivation of edible laver "Asakusanori" (*P. tenera*).

The temperature 27°C seems to be nearer to the higher limit for the growth and 15°C to the lower limit for the formation of monosporangia.

The periodicity of the liberation was discussed in another paper (1. c.) and the influence of the change of temperature on the liberation was mentioned.

ま　え　が　き

アマノリ類の糸状体 (*Conchocelis*-phase) の生長・單胞子嚢形成・單胞子放出の狀態を、筆者の塩釜に於ける培養実験で見ると、培養の時期によつて生長に遅速があり、胞子嚢形成は培養

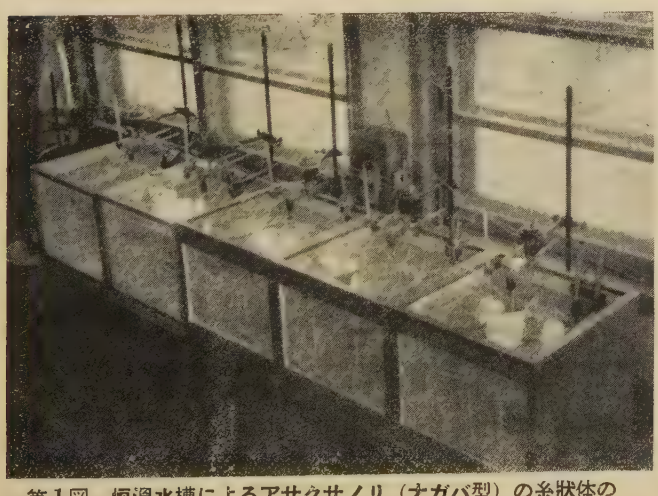
を始めてから 3～7 カ月後の（6月～）7 月～8月に始まり、胞子の放出は胞子嚢形成後 1～2（～3）カ月目即ち 9 月（～10 月）から認められる。又天然（海）の糸状体も胞子嚢の形成は（6月～）7 月～8 月から行われ、胞子は大体 9 月から放出されている様である。即ち胞子嚢形成・胞子放出に関しては早く発生したものがそれだけ早く胞子嚢を形成し、早く胞子嚢を形成したものがそれだけ早く胞子を放出するとは限らず一定の時期がある様である。これらのことは種々の環境と関係があるものと考えるが、その中で水温の影響が先づ考えられる。そして亦之はノリの種付（天然）・人工種付とも関係してくる問題である。單胞子の放出と水温との関係については須藤・丸山・梅林(1954) が最近報告したが、筆者は以上の様な観点からアサクサノリの糸状体の生長・單胞子嚢形成・單胞子放出と水温との関係を調べたので報告する。なお筆者は、この実験と並行して別報（1956、本研究報告 p. 27）のように、海に於ける胞子の放出状態の詳細を調べ、その間の水温について言及した。

筆者はこの報告を行うに先だち御校閲・御教示をいただいた北海道大学山田幸男教授、並に本実験に御激励をいただいた当研究所谷田専治博士に厚くお礼を申し上げる。

實驗材料及び方法

実験に用いた材料はアサクサノリ（ナガバ型）(*P. tenera* Kjellm. *long type*) の糸状体 (*Conchocelis*-phase) で、1954 年 12 月 7 日松島湾駒島で採集したノリを用い、同日カキ殻を基物として果胞子付して得たものである。果胞子の附着はカキ殻の表面 1 cm² に 50～100 個であつた。

温度による糸状体の生長・胞子嚢形成・胞子放出の差異を調べるために、15°, 18°, 21°, 24° 及び 27° C の恒温水槽を用いて、次の様な培養実験を行つた。



第1図　恒温水槽によるアサクサノリ（ナガバ型）の糸状体の培養実験

Fig. 1　Culture experiment of *Conchocelis*-phase of *P. tenera long type* in the temperature controlled water baths

1. 果胞子付後 4 日目の 12 月 11 日から、上記の各温度で、翌年 4 月 3 日まで引続き培養した。実験開始時の糸状体は長さ 14～32μ、関節は 1～2 個(稀に 3 個)、分枝は未だなく、顕微鏡的な極めて小さいものである。
2. 果胞子付後 1 月 20 日まで 44 日間室温で培養し、或る程度大きくなつた糸状体を、実験 1 と同様に、上記の各一定温度で 3 月 2 日まで培養した。

実験開始時の糸状体は 0.3～0.5 mm の直径をもつた微小点を示し、胞子嚢は形成されていない。

3. 実験 1 と同じく果胞子付後 4 日目の 12 月 11 日から 15°, 18° 及び 21°C で培養を始め、各々 10 日, 15 日及び 20 日目毎に順次に高溫の水槽に移して 27°C まで上げ、更に順次に 24°, 21°, 18°C と 15°C まで下げて培養した。

この実験は計9種類の培養を行つたことになるが、4月 5 日に実験を中止したので、15° 及び 18°C から始めて 20 日目毎に移動したものでは 24° 及び 21°C までしか下げることが出来なかつた。

4. 実験 1 と同じく果胞子付後 4 日目から各一定溫度で培養した糸状体を、胞子嚢が形成されてから、溫度を変えて培養し、溫度の変化が胞子放出に与える影響を調べた。即ち 24°, 27°C で培養して来たものを 1 月 20 日と 3 月 10 日に、15°, 18° 及び 21°C で培養して来たものは 3 月 20 日 に夫々他の溫度 (15°, 18°, 21°, 24° 及び 27°C の各溫度) の水槽に移して溫度を変え、或る期間培養して胞子放出の変化を調べた。

なお対照として室溫での培養を行つた。この他に実験 1 の追試として、3 月 12 日に果胞子付して、6 日後の 3 月 18 日から 5 月 7 日まで各一定溫度で培養したが、略々同じ結果を得たので之は省略する。

第1表 実験期間中の室溫

Table 1 Temperature in the laboratory during the experiment

Date		Mean	Max.	Min.
1954				
Dec.	7～10	12.4°C	16.2°C	7.8°C
	11～20	9.0	20.2	6.2
	21～31	9.8	18.0	3.2
1955				
Jan.	1～10	6.9	17.6	1.2
	11～20	8.9	18.4	1.9
	21～31	10.2	18.5	4.8
Feb.	1～10	10.0	18.3	2.7
	11～20	7.4	17.3	1.3
	21～28	10.7	17.8	3.3
Mar.	1～10	9.7	16.4	4.0
	11～20	10.9	18.3	5.4
	21～31	11.1	17.4	6.7
Apr.	1～3	12.6	17.3	8.9
Mean		10.7	—	—

The temperature was measured by an autothermometre

恒溫水槽は木製、縦・横夫々 36 cm、深さ 30 cm、1 面或いは 2 面をガラス張りとし、木部の内面はビニール塗料 (エンビ) で白く塗り、之に電熱器・調節器・攪拌器を取りつけたものである (第1図)。この水槽に淡水を入れて目的の溫度にし、ガラス製培養器 (直径 15cm, 高さ 10 cm) を三脚の上にのせて水に浸し、培養器中の水溫を水槽と同じに保つた。培養器にはガラスの蓋をし、又寒中の実験のために保溫の目的で日沒後から午前 8 時まで水槽に木の蓋をした。各水槽は一列に並べて西側の窓際においた。晴天の日には午後から西日をうけるので、白布のカーテンで之をさけた。

培養に際しては糸状体の附着面を上にして、カキ殻を培養器底においた。但し実験 3 では培養器中に吊した。なお糸状体が均等に光線をうける様に隔日にカキ殻の位置を換えた。培養水は松島湾口で採つた海水を濾過し、この海水 1L 当り KNO_3–0.1g, Na_2HPO_4–0.02 g を加えたものである。Cl ‰ は 17.42～18.13 であつた。培養水は 5 日毎に交換し、各培養器には同じ培養水を使用した。

生長・胞子嚢形成の観察は 5 日目毎に換水の際に行つた。

第2表　各恒溫水槽中の培養器の水溫

Table 2　Water temperature in the culture vessel kept in each water bath

Settled temp.		15°C		18°C		21°C		24°C		27°C	
		Mean	min. max.	Mean	min. max.	Mean	min. max.	Mean	min. max.	Mean	min. max.
1954 Dec.	11～20	15.0	14.8 15.6	17.8	17.6 18.1	20.6	20.3 21.0	23.9	23.0 24.5	26.4	25.7 27.4
	21～31	15.0	14.8 15.4	17.9	17.6 18.2	20.8	20.2 22.0	23.8	23.4 24.2	26.7	26.2 28.3
Jan.	1～10	15.0	14.8 15.3	17.9	17.8 19.0	20.9	20.5 22.2	23.7	23.4 24.3	26.6	26.3 27.7
	11～20	14.9	14.7 15.1	17.7	17.4 17.9	21.0	20.5 21.7	23.7	23.4 23.8	26.7	26.2 27.6
	21～31	14.9	14.7 15.2	17.9	17.6 18.2	20.8	20.2 21.6	23.8	23.4 24.0	26.9	26.3 28.0
Feb.	1～10	15.0	14.7 15.8	17.9	17.2 18.2	20.9	20.5 21.3	23.8	23.6 24.1	26.9	25.7 27.8
	11～20	14.8	14.2 15.1	17.9	17.0 18.4	20.8	19.8 21.2	23.8	23.0 24.1	26.8	25.7 27.8
	21～28	15.0	14.8 15.3	18.0	17.6 18.3	20.9	20.3 21.2	23.7	23.3 24.2	26.8	26.4 27.1
Mar.	1～10	14.9	14.7 15.1	17.9	17.8 18.7	20.8	20.7 21.0	23.8	23.4 24.2	26.8	26.3 27.5
	11～20	15.1	14.8 15.4	18.0	17.7 18.4	20.9	20.5 21.2	24.0	23.5 24.4	26.9	26.3 27.3
	21～31	15.0	14.8 15.4	17.9	17.6 18.3	20.8	20.0 21.0	23.8	23.5 24.2	26.9	26.3 27.2
Apr.	1～10	15.0	14.8 15.5	17.9	17.4 18.5	20.8	20.5 21.5	23.9	23.5 24.1	26.9	26.6 27.1
Mean		15.0		17.9		20.9		23.8		26.8	

The temperature was measured three times every day; in the morning, the noon and the evening.

胞子放出の観察には培養器として管瓶（直径 3.9 cm，高さ 10 cm）を使用し，その器底に胞子受けのガラス板（3.0×2.4 cm）をおき，糸状体のついたカキ殻を 2 cm 平方に切つて上から吊した。管瓶は金網で支えて恒溫槽中に浸した。2 日目毎に上記のガラス板を取上げて之に沈下した胞子の有無・量を調べ，その都度管瓶・ガラス板・培養水を取換えた。

結　　果

実驗期間中の室溫・各恒溫槽の培養器中の水溫を第 1, 2 表に示した。室溫は各月によつて異なるが平均 10.7°C で，恒溫槽の培養器中の水溫は略々目的の溫度に保つことが出来た。

生長・單胞子嚢形成及び單胞子放出についての実驗結果は次の如くである。

生　長

実驗 1 において，初期の主枝の長さを，各溫度の培養から 30 個体採つて，測定した結果を第 3 表に示した。その後の狀態については 35 日後に糸状体の直径は 15°, 18°, 21°, 24°C では夫々約 1 mm あり殆ど差がなく，27°C では約 0.5 mm，対照（室溫培養）では約 0.3 mm で

あつた。以後は各個体重り合つてその伸長度を測定することが出来なかつた。即ち15°, 18°, 21°, 24°C の間では主枝の伸長は殆ど差がなく、ただ分枝は高溫の方がいくらか密の様であつた。27°C では生長は抑制され、主枝の伸長は15°C より劣つているが、分枝は伸長に比べ密で、糸状体斑の色が濃く又その輪郭も他に比べ明瞭であつた。最も溫度の低い対照（室溫培養）では体の伸長•分枝共に明らかに不良であつた。

第3表　アサクサノリ（ナガバ型）の糸状体を各一定溫度で培養した時の生長の比較，主枝の長さを示す（実験1）

Table 3 Comparison of the growth of the *Conchocelis*-phase of *P. tenera long type* cultured under the fixed temperatures, showing the length of the main filament (Experiment 1).

Fixed temp.	Duration (number of days) of the experiment (date)				
	Before exper. (Dec. 11)	10 days (21)	15 days (26)	20 days (31)	25 days (Jan. 5)
15°C		92～292 μ (195.5)	158～395 μ (282.4)	253～617 μ (450.1)	490 ～ 965 μ (730.7)
18		128～256 (186.5)	190～537 (338.4)	364～759 (525.3)	648～1,296 (845.0)
21		124～360 (208.1)	237～522 (325.1)	395～823 (583.1)	648～1.107 (866.2)
24		100～300 (179.5)	221～585 (365.8)	364～870 (598.1)	617～1,154 (870.5)
27		60～220 (137.5)	126～412 (232.3)	174～729 (386.4)	332 ～ 870 (549.8)
Control (in Lab. temp)	14～32 μ (21.6)	80～232 (166.5)	160～316 (226 1)	221～553 (345.8)	300 ～ 537 (437.0)

実験2に於ては各個体相接し、各培養の生長を比較することは困難であつた。実験3では溫度を移し始めるまでは実験1と同様で、移動を始めてからは24°, 27°C に移した時に少し伸長が抑えられる様にも思われたが、各培養の差を識別することは困難であつた。

單胞子嚢形成

実験1, 2, 3 に於て実験開始後、胞子嚢が形成されるまでの所要日数を第4表に示した。この日数は5日目毎の観察によるものである。実験3では35日目の観察なく38日目に行つた。

即ち一定溫度で培養を続けた実験1, 2では、15～27°C の間ですべて胞子嚢が形成され、その形成は、之までの室溫での培養に比べ、ずつと早く始まつている。之等の溫度の間では21°, 24°, 27°C で早く、18°C では少し遅れ、15°C では更に遅れて形成された。又若い糸状体を用いた実験1よりは、より生長した糸状体を用いた実験2の方がより早く胞子嚢を形成した。

溫度を順次に変えて培養した実験3では、15°C から始めて20日毎に溫度を変えたもので少し遅れたが、他は殆ど変りなく、実験1の18°C で培養したものと略々同じ日数で胞子嚢を形成した。

以後の胞子嚢の形成状態を実験1で見ると、第5表に示した如く、18～27°C の間では、初めは24°C で最も盛に形成され、次いで21°, 27°C で多く、18°C で少し劣つているが、胞子嚢は多数形成された。15°C ではずつと少く、胞子嚢枝の生長即ちその細胞（胞子嚢）の数•分枝も少な

第4表　アサクサノリ（ナガバ型）の糸状体を各一定温度或は温度を変えて培養した時、單胞子嚢形成・單胞子放出に要した日数（実験 1, 2, 3）

Table 4　Number of days required for the formation of monosporangia and for the liberation of monospores in the *Conchocelis*-phase cultured under the fixed temperatures (Experiment 1, 2, 3)

Fixed temp.	Experiment 1		Experiment 2	
	Sporangia	Spore	Sporangia	Spore
15°C	45 days	51 days	30(25?) days	35 days
18	35	37	20	25
21	30 (25?)	35	15(10?)	17
24	25 (20?)	35	15(10?)	23
27	25	—	15	—
(Control in Lab. temp.)	—	—	—	—

Starting temp.	Experiment 3					
	Changed every 10 days		Changed every 15 days		Changed every 20 days	
	Sporangia	Spore	Sporangia	Spore	Sporangia	Spore
15°C	30 days	40	38 (30?)	46	38	40
18	38 (30?)	51	38 (30?)	46	38 (30?)	39
21	38 (30?)	42	38 (30?)	51	38 (30?)	60

? indicates days when there was noticed a short lateral growth like an early stage of monosporangial branch.

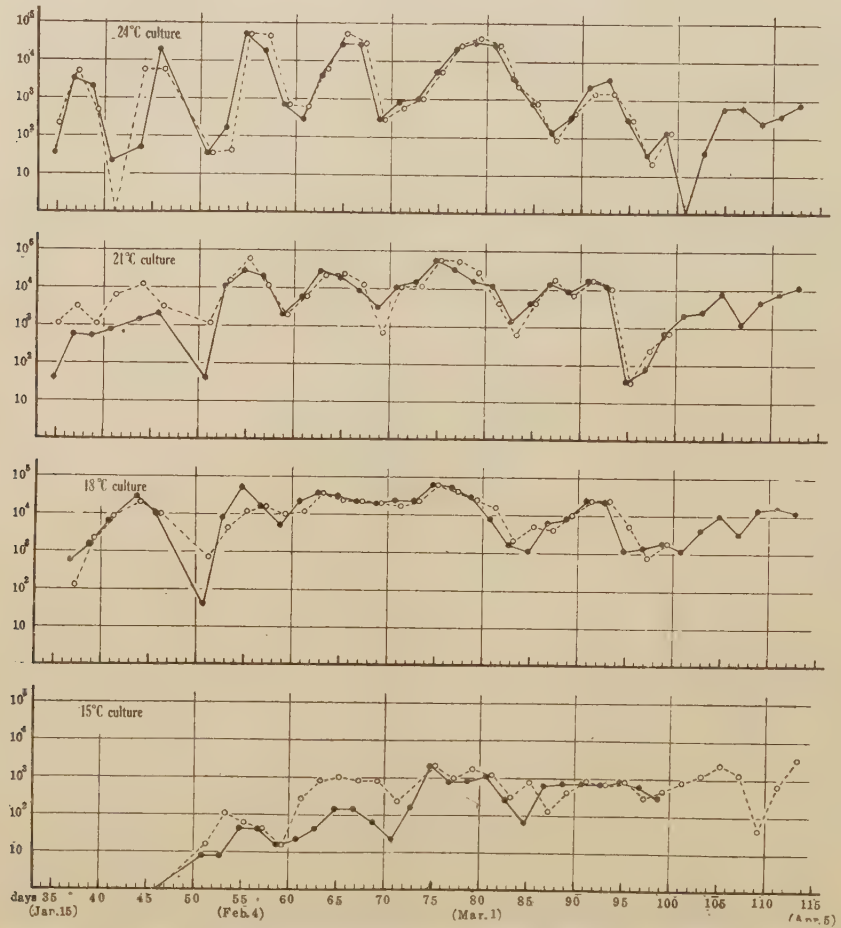
第5表　アサクサノリ（ナガバ型）の糸状体を各一定温度で培養した時の單胞子嚢の形成量，顕微鏡下に於ける胞子嚢の被度を以て示す（実験1）

Table 5　Number of monosporangia of the *Conchocelis*-phase of *P. tenera long type* cultured under the fixed temperatures; showing the degree of cover of monosporangia under the microscope (Experiment 1).

Fixed temp.	Duration (number of days) of the experiment (date)											
	20 days (Dec.31)	25 (Jan. 5)	30 (10)	35 (15)	40 (20)	45 (25)	50 (30)	55 (Feb. 4)	60 (9)	75 (24)	85 (Mar. 6)	101 (22)
15°C	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+～1	1	1
18	—	—	—	+	+	2	2	3	4	4～5	4～5	5
21	—	?	+	1～2	(1)～2	3～(4)	3～(4)	3～4	5	5	5	5
24	?	(+)～1	1	2	(2)～3	4	4	5	5	5	5	5
27	—	+	+	1～2	(1)～2	3～(4)	3～(4)	4	4～5	5	5	5
Control (in Lab. temp)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

? indicates that a short lateral growth like an early stage of monosporangial branch was noticed.

かつた。対照（室温培養）では実験を終るまで形成されなかつた。実験2に於ても同様な結果であつた。



第2図　アサクサノリ（ナガバ型）の糸状体を各一定温度で培養した時の單胞子の放出，2日間毎の放出数を示す（実験 1）

Fig. 2　Liberation of monospores of *Conchocelis*-phases of *P. tenera long type* cultured under fixed temperatures; showing the number of monospores counted every other day, except from Jan. 21 to 24 and from 26 to 31 (Experiment 1)

單胞子放出

実験 1, 2, 3 に於て、実験を始めてから胞子を放出し始めるまでの日数を、胞子嚢形成に要した日数と並べて、第4表 に示した。胞子放出の観察は胞子嚢の形成を確認する 前から 2 日 目 毎に行つた。但し実験 1 では胞 子嚢の形成を一部 の培養で認めてから（実験開始後 35 日目・37 日目から）観察を行つた。

一定温度で培養を続けた実験 1, 2 では、15°～24°C の間の温度で胞子嚢の形成を認めてから 間

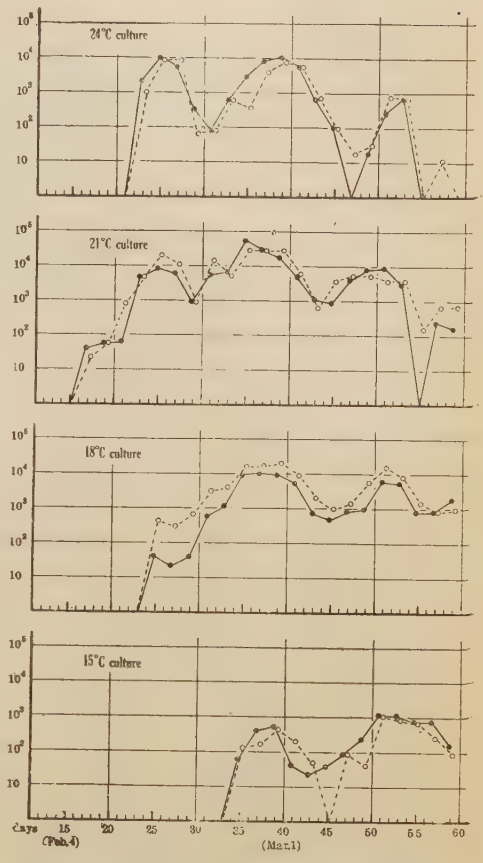
もなく胞子を放出し始めた[1]。そして胞子嚢形成の早い21°, 24°C では 18°, 15°C より早く放出を始め、又胞子嚢を早くから形成し始めた実験 2 は実験 1 よりも短い日数で胞子を放出し始めている。27°C では胞子嚢は多数形成されたにも拘らず、実験を終るまで胞子の放出を認めることが出来なかつた。

溫度を順次変えて培養した実験 3 でも、胞子嚢形成後間もなく胞子を放出しているが、実験 1, 2 よりは一般に遅れた。この中でも 18°C から始めて 10 日目毎に溫度を変えたもの、21°C から始めて 15 日目, 20日目毎に溫度を変えたもので遅れているが、之等では放出を始める前が 27°Cで培養してあり、24° C に移した後に放出を始めている。

室温培養の対照では既述した様に胞子嚢の形成なく、胞子の放出も勿論実験期間中認められなかつた。

以後の胞子の放出狀態を実験 1, 2, 3 で調べた結果を 第2, 3, 4 図 に示した。之等の図は 2 日目毎に管瓶中のガラス板をとりあげ、 100 倍 の顯微鏡で 20～50 視野を観察し、ガラス板上に沈下した胞子の総数を推定したものである。

先づ一定溫度で培養を続けた実験 1, 2 (第2, 3図) を見ると、全期を通じての胞子の放出量は 18°, 21°C で最も多く、 24°C が之に次ぎ、 15°C ではずつと少くなつている。実験 1 に於て 1 視野乃至 50 視野当りの 1 回 (2 日間) の放出数を附記すると、18°C で多い時が 1 視野に 100～200 個少い時が 1～10 個、21°C では多い時が 1 視野に 100～200 個、少い時が 50 視野に1～10 個、24°C では多い時が 1 視野に 100～150 個、少い時が 50 視野に 1～10 個であつたが、15°C では多い時でも 1 視野に 7～8 個にすぎなかつた。



第 3 図　アサクサノリ(ナガバ型)の糸狀体を各一定溫度で培養した時の單胞子の放出、2 日 間毎の放出数を示す (実験2)

Fig. 3 Liberation of monospores of *Conchocelis*-phases of *P. tenera long type* cultured under fixed temperatures; showing the number of monospores counted every other day (Experiment 2)

なお実験 1, 2 に於て、 胞子放出中の糸狀体の生育狀態を見ると、実験 1 では胞子が盛に放出し始めた 2 月初めから、18°, 21°, 24°C 培養のものは褪色して淡黄綠色を帶び、中でも 18°, 21°C

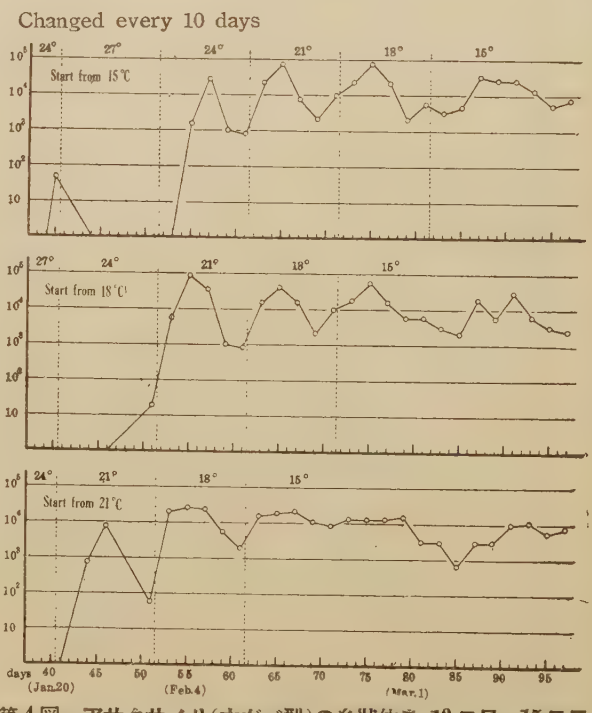
1) 実験 1 では胞子放出の観察を始めたのが遅れているので、21°, 24°C では 第 4 表 の 日数より少し早くから胞子を放出し始めていたのではないかと思われる。

で顕著であつた。15°C 培養のものは褪色は見られず暗紫色を呈していた。27°C ではやや赤味を帯びた濃紫色を呈し、15°C 同様褪色は見られなかつた。実験の後期には胞子の放出がやや少なかつたが、之と並行して 18°, 21°, 24°C の糸状体の色も少し濃くなつて来た。実験 2 の場合は実験 1 程著しくはなかつたが、18°, 21°, 24°C で同様な褪色が見られた。

次に温度を順次に変えて培養した実験 3 (第 4 図) について見ると、24°C から 27°C に移した時は何れも初めの 2 日目までは極少数乍ら胞子が放出されるが、以後は全く放出しなくなり、27°C から 24°C に移した時は 4～6 日後に胞子を放出し始め、しかも多量に放出する傾向を示している。又 24°～15°C の間で低い温度に移した場合も胞子の放出を促しているのではないかと思われるものがある。

この温度の変化と胞子放出との関係を更に明らかにするために、実験 4 を行つたのであるが、その結果を第 5, 6 図をに示した。15°, 18°, 21°, 24°C の間で低い温度から高い温度に移した時は胞子の放出が少くたり、その現象は 2～6 日目から現われている。温度が高くなる程放出が減少する傾向を示し、特に 24°C に於て顕著である。しかしこの減少がどの位続くかはこの実験では明らかでない。次に高温から低温に移した時には胞子の放出が多くなつている。この現象は 2～4 日目から現われ、4～6 日目に多量の胞子を放出している。且つ低い温度程多量の放出を行つている様にも思われる。それ以後は第 5 図で見られる様に次第に実験 1, 2 と同様な各温度に応じた放出を行つている。

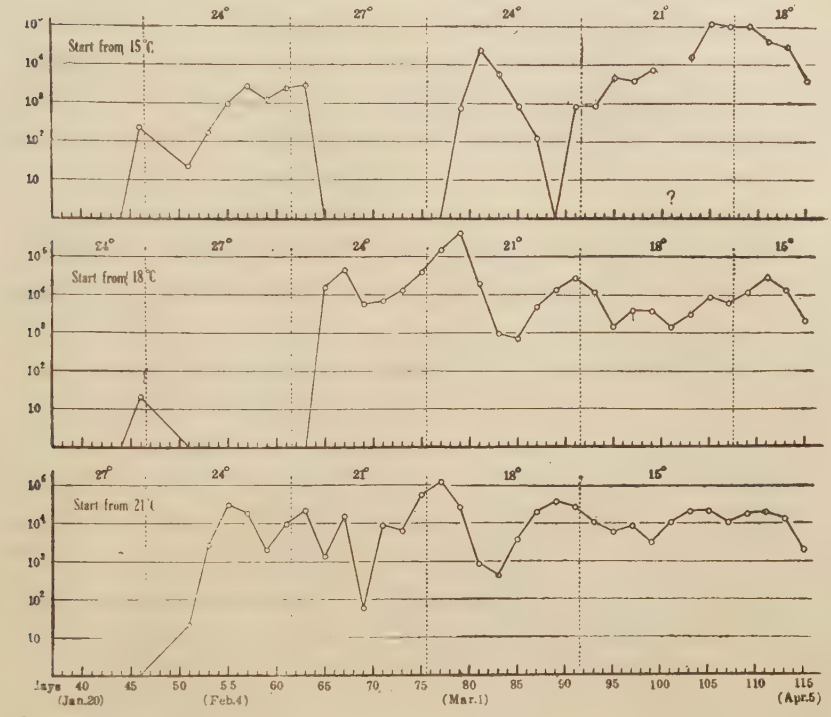
以上の他に実験 1, 2, 3 を通じて見ると、或る週期をもつて胞子の放出が増減している。温度が一定である時 (実験 1, 2)、この増減は高温で顕著に現われている。この傾向は実験 4 (第 5 図) でも見られる。増減の週期は実験 1 で 8～16 日、実験 2 で 12～14 日となり、放出し始めに短い傾向がある。温度を順次変化させて培養した実験 3 では 27°C で放出が止つた時を除い



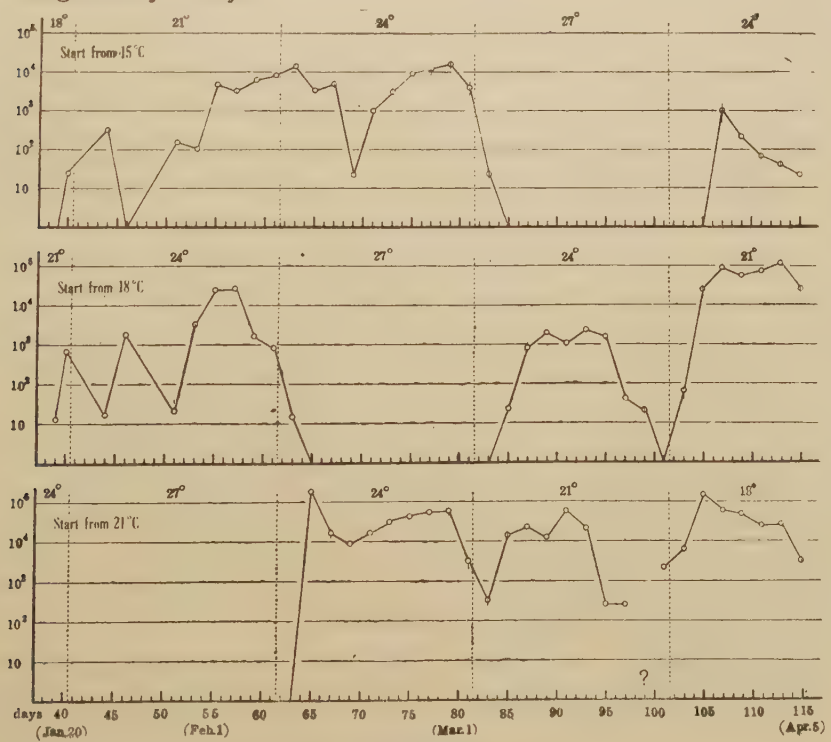
第 4 図　アサクサノリ(ナガバ型)の糸状体を 10 日目, 15 日目及び 20 日目に順次に温度を変えて培養した時の單胞子の放出, 2 日間毎の放出数を示す (実験 3)

Fig. 4 Liberation of monospores of *Conchocelis*-phases of *P. tenera long type* which were cultured under the progressively changing temperatures every 10, 15 or 20 days; showing the number of monospores counted every other day (Experiment 3)

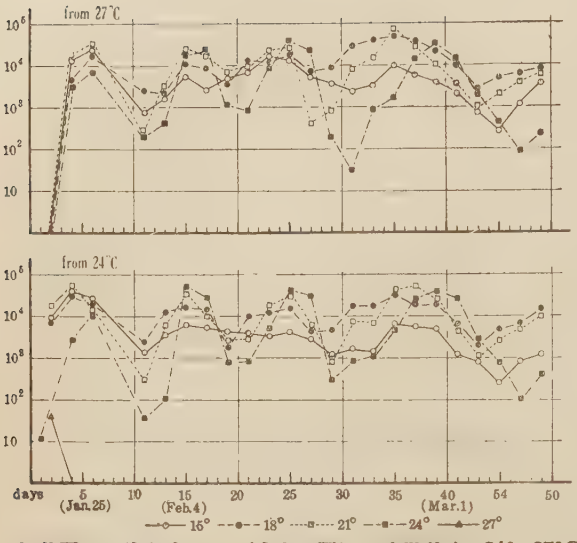
Changed every 15 days



Changed every 20 days

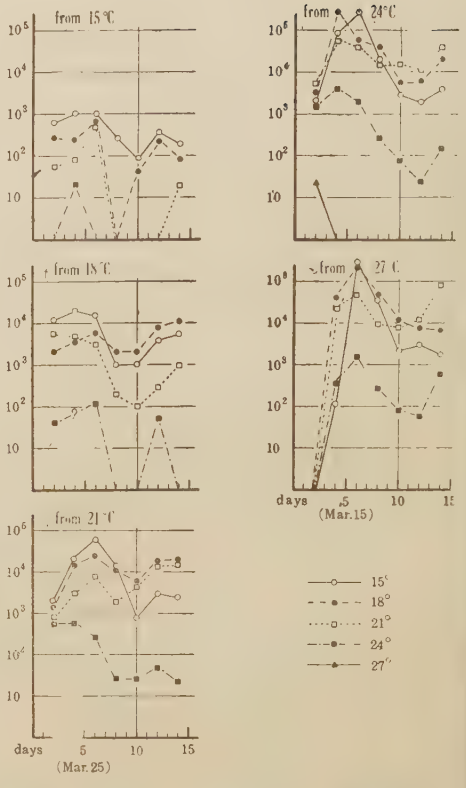


第4図（續き）



第5図 アサクサノリ（ナガバ型）の糸状体を 24°, 27°C の一定温度で培養し、胞子嚢が形成されてから温度を変えて培養した時の單胞子の放出の変化，2 日間毎の放出数を示す(実験 4)

Fig. 5 Liberation of monospores, after the matured *Conchocelis*-phases of *P. tenera long type* cultured under 24°and 27°C were transferred to other temperatures respectively; showing the number of monospores counted every other day (Experiment 4).



第6図 アサクサノリ（ナガバ型）の糸状体を 15°, 18°, 21°, 24° 及び 27°C の一定温度で培養し、胞子嚢が形成されてから温度を変えて培養した時の單胞子の放出の変化，2 日間毎の放出数を示す（実験 4）

Fig. 6 Liberation of monospores, after the matured *Conchocelis*-phases of *P. tenera long type* cultured under 15°, 18°, 21°, 24°and 27°C were transferred to other temperatures respectively; showing the number of monospores counted every other day (Experiment 4).

て、10 日毎に溫度を変えて行つたもので 8～12 日の比較的一定した週期をもつて増減しているが、15 日毎 20 日毎に溫度を変えたものでは不規則である。

考　　察

以上の実験はアサクサノリ（ナガバ型）の糸状体の生長・單胞子嚢形成及び單胞子放出と水溫との関係を 15～27°C の範囲内で調べ、15°C 以下は室溫培養（実験期間中の平均室溫 10.7°C）を以て代行したが、水溫の与える影響の極めて大なることを知ることが出来た。即ち、生長と水溫との関係は 15～24°C の範囲では良好な生長を行うが、より低溫では生長はおくれ、又より高溫になつても反つて生長が抑制され、室溫の培養実験で経験される様に、低溫の冬期には生長は緩慢であり、又高溫の夏期も生長が抑制される傾向があり、春秋の候によく生長するものであることが分る。又 27°C なる高溫は糸状体の生育溫度の上限に近い溫度であることも想像出来る[2)]。

2) 須藤・丸山・梅林(1954)はアサクサノリ型 2, 4 及びコスヂノリの糸状体を 34°C で 9～12 日培養し枯死したと報じている。又筆者のその後の実験でアサクサノリ(ナガバ型)の糸状体の生育限界の上限は 30° 位なることを知ることが出来た。

胞子嚢形成と水溫との関係は、15～27°C のすべての溫度で胞子嚢が形成されたが、その適溫は(18～) 21～27°C 位と推定される。又胞子嚢形成の僅少な 15°C は胞子嚢形成の下限に近い溫度と思われる[3]。以上の結果を筆者の塩釜に於ける之までの室溫培養の結果と比較して見ると、室溫は 5 月下旬に大体最低が平均して 15°C を越すが（最高は 20～22°C）、これから約 4 旬後の 7 月上旬（室溫最低平均 20～22°C、最高平均 22～26°C）に胞子嚢が形成され始め、既述の実験結果と大体同様な溫度の影響をうけている様に思われる。天然(海)に於けるアサクサノリ（ナガバ型）の糸状体の胞子嚢形成の経過については詳細な調査を行つていないが、1952 年 7 月 23 日にアサクサノリ（ナガバ型）に属すると推定されるもので胞子嚢の形成を認めている（黒木 1953)。この年の水溫は 5 月中旬 14.5°C, 下旬 16.8°C, 7 月上旬 22.3°C, 下旬 24.9°C であるが、室内培養の場合と略々同様なことが云えるのではなかろうかと考える。なお実験 1, 2 に於て、或る程度大きくなつた糸状体を用いた実験 2 の方が発芽直後の糸状体を用いた実験 1 より早く胞子嚢を形成したが、之が糸状体の生長度（大さ）の差によるものか、或は実験を行つた期日が違うので之に伴う日長等の差異によるものかは明らかでない。

次に胞子の放出と水溫との関係について見ると、胞子の放出溫度と胞子嚢形成溫度とは必ずしも一致していない。即ち一定溫度で培養した時、胞子の放出は 15～24°C で胞子嚢形成後間もなく始まり、18°, 21°C で最も多く、より高溫になると放出は抑制され、終には停止する。15°C で放出の少いのは胞子嚢の形成の少いためと思われる。それより低い溫度に於いて胞子嚢の形成のない時は勿論胞子の放出はないが、筆者が別報(前記)の様に海で調べた結果では 2°C 位までも放出が行われ、又 15°C 位でも多量の放出を行つている（これは実験 4 で他の高い溫度から 15°C に下げた場合にも見られている)。しかし之は前以て胞子嚢が形成されているからであつて、かかる低溫では胞子嚢は少ししか、或は全く形成されないであろうから、胞子の放出が多量に且つ長く続くことは考えられない。別報（前記）の海での実験もこのことを裏書している。

既に胞子嚢を形成している糸状体を溫度を換えて培養した場合、溫度を下げると胞子の放出が促進され、溫度を上げると逆に抑制され、27°C 位に上げると放出しなくなる。そしてこの様な溫度の変化の影響は 2～6 日目に現われるが、長くは続かず、以後はその溫度に応じた放出を示す様である。この様な現象は別報（前記）の海で調べた実験に於ても現われている様である。しかし本実験は 15～27°C の範囲内で行つたので、溫度の降下による胞子放出の促進が何度に下げても見られるか、或はどの位の溫度の変化が最も放出を促進するかについては十分明らかでない。

以上の点から胞子の放出適溫を考えて見ると、18～24°C は胞子嚢をよく形成し、且つ胞子をもよく放出する溫度と云えるが、前記した様に胞子嚢をよく形成しているものでは それ以下の溫度になつても多量の放出をすることがあり、又 24°C の水溫はいくらか放出を抑制している様である

3) 筆者のその後の実験によつてアサクサノリ(ナガバ型)の糸状体は水溫 15°C では胞子嚢を形成するが 10°C では形成しないことを知つた（未発表）。

ので、(15)～18～21～(24°C) を胞子放出適溫と見てよい様である。筆者が別報（前記）の様に海で調べた時の胞子放出期間中の水溫は 25～2°C で、放出盛期の水溫は 23～14•5°C 位であつたが、上記の放出溫度及び放出適溫と大体一致する。又須藤•丸山•梅林 (1954) は室溫培養（実驗開始前 10 日間の室溫 21～25°C）の既に胞子嚢を形成したアサクサノリ型 2, 4 及びコズヂノリの糸狀体を 9～34°C の恒溫槽に移して培養し、9～24°C で胞子の放出があり、アサクサノリ型 2, 4 では 17～20°C, コスヂノリでは 17°C(12～20°C) が放出適溫と思われると報告している。筆者のアサクサノリ（ナガバ型）と須藤等のアサクサノリ型 4 とは同じ種類と思われるが[4]、実驗方法は異なるけれども大体一致した結果である。又須藤等が云つている様に從来ノリ漁建込の適水溫 {殖田, 1952 によると (23)～20～17～(14•5°C)} とされていたものとも前記の放出適溫は一致している。

次に黒木 (1953), 黒木•平野(1956 前記), 竹内•松原•下中•須藤(1954), 田村•高山 (1955) が報告した様な胞子放出の週期性は一定溫度で培養した時も見られ、その增減は高溫程顯著になる傾向を示していることを知ることが出来た。その週期は 8～16 日目或は 12～14 日目に現われたが、溫度を順次変えて培養した実驗 3 では之が不規則になつている。之は溫度の変化が胞子の放出を促進したり、抑制したり、或は停止したりしたためであろう。実驗 3 の 10 日毎に溫度を変えて培養したもので、27°C で放出が止つているのは別として、8～12 日の比較的一定した週期で增減しているのは放出の週期が溫度の変化と一致したためではなかろうかと想像する。以上のような週期性については別報（前記）で論じたので此所では省略する。

最後にノリの種付には糸狀体の單胞子の放出•胞子の発芽•発芽体の生長•無性繁殖或は他生物•浮泥の附着等種々の条件あり、又その中で根本的な条件となる糸狀体の單胞子の放出にも水溫以外に須藤•丸山•梅林 (1954) が報じた様な塩分との関係等もあるけれども、先づ最初に水溫を考慮しなければならないことが、以上の実驗結果から分ると思う。又糸狀体を水槽等で培養し、之を利用してノリの人工種付をはかる場合に、その生長•胞子嚢形成•胞子放出に以上の様な結果を利用することにより、より合理的な管理•種付を行うことが出来ると思う。

要　　約

アサクサノリ（ナガバ型）の糸狀体を 15°, 18°, 21°, 24°, 27°C の恒溫槽を用いて、一定溫度で或は溫度を変えて培養し、その生長•單胞子嚢形成•單胞子放出と水溫との関係を調べ次の様な結果を得た。

1) 生長（特に主枝の伸長）は 15～24°C で良好で、この間で殆ど差異が見られない。27°C では抑制されるが、分枝は密である。溫度の低い室溫培養（実驗期間中の平均室溫 10.7°C）では伸長•分枝共に最も劣つた。

2) 胞子嚢は一定溫度で培養を続けた時、15～27°C の間で、実驗開始後 15～45 日で形成された。

4) 須藤(1950)日水誌 Vol. 15, No. 11, p. 649 及び同博士の標本•直話による。

形成は 21～27°C で早く、18°C では少し遅く、15°C では更に遅れた。実驗の時期が違つたが、発芽初期のものよりも、ある程度大きくなつたもので早く胞子嚢を形成した。

3) 胞子嚢の形成量は 24°C で最も多く、次いで 21°, 27°C で多い。18°C では少し劣るが、後には胞子嚢は多数形成された。15°C では後まで僅かしか形成されなかつた。より低溫の室溫では実驗期間中胞子嚢の形成を認めなかつた。

4) 胞子の放出は一定溫度で培養を続けた時、15～24°C で胞子嚢形成後間もなく行われ始めた。放出量は 18～21°C で最も多く、24°C では放出は少くはないが、少し抑制される様に思われた。15°C では放出はずつと少く、27°C では胞子嚢は形成されたにも拘らず胞子は放出されなかつた。

5) 胞子嚢を形成した糸状体を溫度を変えて培養する時、溫度を下げると胞子の放出は促進され、27°C で培養したものも胞子を放出する様になつた。溫度を上げると胞子の放出は抑制され、24°C に上げた時顯著で、27°C に上げると放出は止まつた。之等の溫度の変化の影響は 2～6 日目に現われ、以後はその溫度に応じた放出を行う様である。

6) 胞子の放出には、一定溫度で培養を続けた時にも、或る週期を以て増減するのが見られた。その増減は高い溫度で顯著で、週期は 8～16 日目乃至 12～14 日目に現われた。溫度が変化すると週期は不規則になつた。

7) 以上の結果から、アサクサノリ（ナガバ型）の糸状体の生長・胞子嚢形成・胞子放出の適溫を考察し、又室内培養・天然に於ける生長・胞子嚢形成・胞子放出の経過と比較し、更にノリの天然種付・人工種付への応用について述べた。

引　用　文　献

黒木宗尙 (Kurogi, M.), 1953[1], アマノリ類の生活史の研究　第1報　果胞子の発芽と生長 (Study of the life-history of *Porphyra* I The germination and development of carpospores), 東北水研報告 (Bull. Tohoku Reg. Fish Res. Lab), (2), p. 67.

――――, 1953[2], アサクサノリの糸状体の單胞子放出に就いて (On the liberation of monospors from the filamentous thallus (*Conchocelis*-stage) of *Porphyra tenera* Kjellm.), ibid., (2), p. 104.

黒木宗尙・平野和夫 (Kurogi, M. et Hirano, K), 1956, アマノリ類の糸状体の單胞子放出について (海での実驗) (On the liberation of monospores from *Conchocelis*-phase of *Porphyra*, Experiment in the sea), ibid., (8), p. 27.

須藤俊造・丸山武男・梅林脩 (Suto, S, Maruyama, T., et Umebayashi, O.), 1954, アサクサノリの "*Conchocelis*-phase" からの胞子放出について (On the shedding of spores from "*Conchocelis*-phase" of *Porphyra tenera* cultured in shells of bivalves), 日水誌 (Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.), **20**(6), p. 490.

竹内卓三・松原孝之・下中元信・須藤俊造 (Takeuchi, M, Matsubara, T., Shitanaka, M. et Suto, S.), 1954, 海に入れたノリの *Conchocelis*-phase からの胞子の放出とヒビ立て時期 (On the shedding of spores from cultured "*Conchocelis*-phase" of *Porphyra tenera* set in the sea), ibid., **20**(6), p. 487.

田村靜男・高山　実, 1955, あさくさのり *Porphyra tenera* Kjellm. の *Conchocelis*-phase からの胞子の放出に関する 2・3 の実驗並に人工採苗試驗について (プリント)

殖田三郎, 1952, 海苔養殖読本

養殖海苔の色沢変化に関する研究※
第3報　所謂夏ノリの脂溶性色素及び水溶性色素の變化について*

佐　野　孝

STUDIES ON THE COLOUR CHANGE OF CULTURED LAVERS
III. ON THE CHANGE OF CHLOROPHYLL, CAROTENOID AND OTHER HYDROCHROME OF SO-CALLED "NATSU-NORI" (*PORPHYRA TENERA KJELLM ROUND TYPE*)

By

Takashi SANO

Investigations were made on the relation between the condition of growth and the environmental factors of the so-called "NATSU-NORI" in the culture grounds of Matsushima Bay. The experiments were concentrated to the water temperature and the contents of chlorophyll, carotenoid and other hydrochromes.

The results obtained are as follows.

(1) In the culture grounds NATSU-NORI exists up to a water temperature of 26°C but disappears at 28°C.

(2) In case of the cultural media, the thallus became weak in Shiogama Harbour, when the hydrochrome contents extremely incresed. On the contrary, the thallus became strong outside the Shiogama Harbour, despite the lower hydrochrome contents.

(3) The hydrochrome contents tend to increase during growth from the sprout.

(4) The chlorophyll, carotenoid and other hydrochromes of the laver do not increase in the cultural media above 26°C.

I. ま　え　が　き

筆者は1955年4月上旬塩釜港内にノリの幼体が、海苔簀の固定に使つた竹に多数附着してい

※東北海区水産研究所業績　第89号

*日本水産学会秋季大会（昭和30年10月—長崎）にて發表

たのを認めた。

これは所謂夏ノリといわれるもので、黒木技官の同定によればマルバ型アサクサノリである。

それらの生育狀態と環境要因について檢討し、成育過程に於ける脂溶性色素及び水溶性色素の変化・反射率特性について若干の実驗を行つた。その結果を報告する。

II. 生育狀態と環境要因の変化

肉眼的幼体及び或る程度成育した所謂夏ノリが、水溫・塩素量及び栄養塩類等の影響によつてどのような変化をするか観察した。

(1) 生 育 狀 態

秋季塩釜港内の養殖場に移殖された海苔簀は、4月上旬には殆ど撤去されたが、港内の第1報(第7圖) St. 6 より更に塩釜市街地に近い籬島附近に、簀の支柱に使用された約 60～70 本の竹と 4～5 枚の海苔簀がそのまゝ放置されてあつた。

この支柱竹に5月17日には、葉長が約2～8cm に成長したノリ及び 1cm 以下の肉眼的幼体が、秋季海苔簀の建込層の位置より下層に多数附着していた。

これらのノリについて生育狀態を観察した。

5月30日

秋季海苔簀を建込した層から下層に、最も成長したもので約 7～8cm・平均 5～6cm のものが多く、又 1cm 以下の幼体は多数附着が見られた。

6月7～13日

附着生育していたものは5月30日と同様であつたが、6月7日に附着層を調査する目的で、その支柱竹の周辺に新らしい竹を 10 本建込した。

6月17～22日

約5～6cm のノリが附着していた層から、下層に肉眼的幼体が多数附着していた。

6月29日

これまで生育していた約5～6cm に成長したものは一部消失していたが、約 2cm 以下の幼体は附着していた。

7月6日

6月7日に建込した竹には、約5～6cm のノリが附着していた層より 20cm 下層から、50cm の範囲に円形の幼体が多数附着しているのが観察された。

又約7～8cm に成長したノリは、色素が溶出して白色に変化し大部分は消失していた。

7月13日

7月6日まで生育が見られた約5～6cm のノリは殆ど消失していたが、1cm 以下の幼体はまだ附着していた。

7月18日

これまで附着生育していたもの及び7月6日に観察された新らしく附着した幼体も全部竹から消失していた。

7月19日

塩釜港内の養殖場のものは殆ど消失して観察することが出来なかつたが、港外の吉田浜（第1報第7図，St. 4 より更に湾外）には一部生育しているのが見られた。この時の表面水温は 27°C・塩素量は 14.22‰ であつた。尚8月8日にはノリの附着は全く認められなかつた。

(2) 水温・塩素量及び栄養塩の変化

所謂夏ノリが附着していた港内の雄島附近の水深は 3～4m で、5月～6月に掛けての大潮時に於ける干潮水面は海底から 40～50cm 位になつた。この附近に於ける6月から7月中旬頃までの水温・塩素量及び栄養塩類は第1表のようであつた。

即ち水温は5月30日頃まで 17°C 以下であつたが、6月は大体 21, 22°C 程度で、7月中旬急に 26°C となり7月18日 28.2°C に達した。

塩素量は干潮・満潮時によつて変化するが、この期間に於いては Cl 12～16‰ の範囲であつた。

同様に栄養塩類の分布量は観測時によつても変化が考えられる。然し第1報（第10表）に報告したように、港外の海水を比較して考えると、この附近の窒素塩及び燐酸塩共概して大きい値と推定される。

第1表　水温塩素量及び栄養塩類

Date	水温	塩素量	栄養塩類 γ/L			
1955	°C	Cl ‰	NO_3'–N	NH_4^*–N	NO_2'–N	P
5.30	16.8	13.13	40	70	100	50
6.7	22.2	14.90	20	100	2	40
6.13	21.2	15.77	15	50	2	10
6.17	24.6	12.40	30	100	10	200
6.22	22.2	15.70	20	30	2	140
6.29	21.2	14.58	40	800	30	70
7.6	21.8	12.53	35	160	2	100
7.11	26.0	13.27	40	100	20	65
7.13	26.8	13.03	25	500	—	50
7.18	28.2	12.00	35	500	—	66

以上の結果から、夏ノリが最も成長した5月30日頃までの水温は 17°C 以下であり、7月18日頃夏ノリが消失してしまつた時は 28°C 内外であつたので、夏季ノリが消失する限界水温は第1表から見て 26°C あたりと考えられる。

尚このノリが消失する水温については、後述の室内実験の結果とも一致した。

更にこのことについて木下[1] (1941～50) 等は、スサビノリについて築建込前に前年から残された古杭からノリを採取し、これによつて春季ノリの消失する頃採苗器をノリの附着層に設置し、夏ノリとなる胞子を採取し、夏季水温が 20°C 以上に上昇しない養殖場に移植し、夏季中に於いても蕃殖を反覆させ得たことも参考となろう。

又殖田[2] (1937～38) は、ノリ養殖の終業期頃のノリ葉にはマルバ型の幼体が多数発芽しており、外洋に近い養殖場附近には比較的長期間残存し、その生育場所は季節が進むに従つて漸次下層に

移動することを觀察している。

此の幼体の附着層が見掛上次第に下層に移動することは、水温の上昇による影響も考えられるが、5月から6月にかけては他の月よりも干満の差が大きく干出時間・日光の強さ等にも関係するものではあるまいか。

III. 所謂夏ノリの色素変化

以上のような環境の港内に生育する 10cm以下の幼体と沖合水の影響を多量に受ける港外（吉田浜）に生育する所謂夏ノリについて水溶性色素及び脂溶性色素*の変化・反射率特性について検討した。

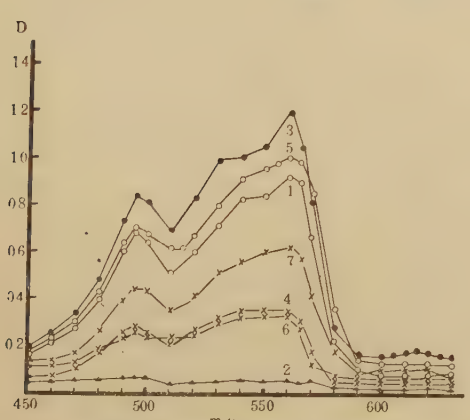
(1) 水溶性色素の変化

塩釜港内の雄島附近に於て生育状態を観察した都度採取したノリの水溶性色素の吸收特性の測定結果から、主なピーク 495mμ•560mμ 及び 610mμ の吸光値を第2表に示した。

尙水溶性色素の吸收曲線を図示すれば第1図のようになる。

第2表 水溶性色素の吸光値

試料 No. / 採取月日 / 平均葉長(cm) / 波長 mμ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	V. 17	V. 17	V. 30	VI. 7	VI. 13	VI. 17	VI. 22	VI. 22	VI. 29
	5~6	2	7~8	3~4	5~6	3~4	3~4	3~4	5~6
495	0. 699	0. 065	0. 840	0. 280	0. 705	0. 270	0. 440	0. 375	0. 830
560	0. 920	0. 065	1. 200	0. 360	1. 000	0. 350	0. 620	0, 500	1. 150
610	0. 075	—	0. 160	—	0. 120	0. 055	0. 105	0. 055	0. 150



第1図 水溶性色素の吸收曲線

この実験結果は第1報（第17図）に述べた冬季の養殖海苔の水溶性色素の吸收帯のピークと一致する。又 Phycoerythrin に比較して Phycocyan の量は、その吸收曲線の形状よりみて存在するとしても、その量は少ないのではないかと考えられる。葉長と水溶性色素量の相関係数 r は、$r=0.94$ $P<0.05$ となつた。

即ち、水溶性色素量は、7~8cm に成長したものは概して多く、小型のものは少ないと云える。

尙水溶性色素量は水温・栄養環境等に影響されることも考えられるが、第2報（第2図）に報告したように、この場合に於ても大型の葉体では多かつた。

このことは、成長とも明らかに関聯のあるように考えられる。

*水溶性色素及び脂溶性色素の測定方法は第1報参照

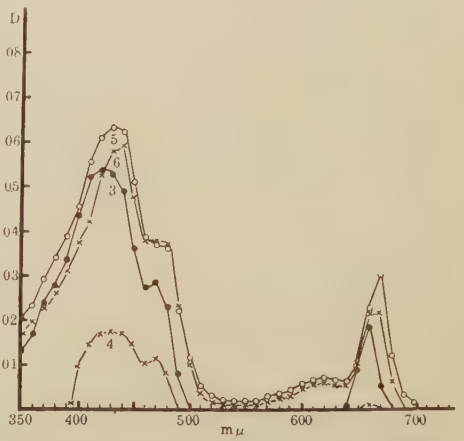
(2)　脂溶性色素の変化

同様に Chlorophyll, Carotenoid 類等の色素について，No. 3, 4, 5 及び 6 について入 350～700 mμ の吸収曲線を第 2 図に示した。

第 2 報に述べた実験例では、吸収曲線の主な吸収帯は 400～450mμ・470～480mμ 及び 650～680mμ に現れている。

今回の実験に於て主なピークの吸光値は、第 3 表のようになつた。

Chlorophyll, Carotenoid 類等の色素量は、No. 4 は最も低いが No. 3, 5, 6, 7 等は相互間には大差はなく、No. 9 は最も高い。この実験だけでは葉長と脂溶性色素量との相関係数 r は、水溶性色素と葉長との間の場合のように有意な相関はみられなかつた ($r=+0.33$ $P>0.05$)。



第 2 図　Chlorophyll, Carotenoid 類等の吸収曲類

又第 2 報(第 1 図)に示した Chlorophyll, Carotenoid 類等の季節変化に伴う吸光値と比較して見ると、これらのノリは 10cm 以下であるのにもかゝわらず No. 4 の例を除外すると、12 月の最も多い時期のノリと殆ど同様な吸光値であつた。

第 3 表　脂溶性色素の吸光値

試料 No / 採取月日 / 平均葉長(cm) / 波長 mμ	3	4	5	6	7	9
採取月日	V. 30	VI. 7	VI. 13	VI. 17	VI. 22	VI. 29
平均葉長(cm)	7～8	3～4	5～6	3～4	3～4	5～6
435	0. 530	0. 180	0. 640	0. 605	0. 555	0. 900
480	0. 232	0. 085	0. 365	0. 365	0. 205	0. 455
660	0. 185	0. 005	0. 325	0. 230	0. 260	0. 450

更に第 2 表及び第 3 表に示した港内のノリと港外（吉田浜）から 6 月 25 日に採取した 5～6cm のノリについて両色素の吸光値を比較すると、港外から採取したノリの吸光値は、第 4 表 のようになつて、港内に生育していたノリよりは遙かに小さい吸光値を与える。

即ち、港内の栄養塩類の存在量が多い場所に生育するノリは、これら両色素の含有量は多いことを意味し、港外の沖合水が流入し栄養塩類の少ない場所に生育するノリは、両色素の含有量は少なく、特に水溶性色素は少ないのかも知れない。

第 4 表　海苔色素の吸光値

脂溶性色素			水溶性色素		
435 mμ	480 mμ	660 mμ	495 mμ	560 mμ	610 mμ
0. 110	0. 010	0. 050	—	—	—

次にそれらの色素蛋白の多いものと少ないノリを、室内で 15～20°C で培養した場合を比較すると、色素蛋白の含有量が多いものは、2 日目には葉体から水溶性色素が溶出し、葉体は崩壊する

傾向が見られた。然しながら、色素蛋白の少ないノリは、比較的葉体は丈夫であるように思われた。

尙これと同じような現象は冬季ノリを室内培養した際にも見られた。

即ち、色素蛋白の多い葉体はその葉体組織はこわれ易く、逆に黄色を帯びたノリはその組織も比較的強い傾向が見られた。

(3) 乾ノリの反射率

No. 3, 4, 5, 6 などについて乾ノリ製品として、その分光反射率を測定し第5表の結果を得た。

第5表 乾海苔の反射率 (%)

試料 No. / 採取月日 / 波長 mμ	3	4	5	6
	V. 30	VI. 7	VI. 13	VI. 17
400	4.0	5.3	5.0	4.8
450	4.9	5.5	4.8	5.0
495	5.0	5.5	5.0	5.5
500	5.1	5.5	5.5	5.2
510	4.5	6.0	5.5	5.9
530	4.8	6.5	5.9	6.0
560	4.9	6.5	5.6	6.5
580	5.2	6.1	5.9	6.3
600	6.2	7.5	7.0	7.3
620	6.0	7.0	6.6	7.0
650	6.2	7.5	7.0	7.5
700	10.0	10.5	10.2	10.9
750	36.5	42.0	41.0	41.5

各試料を通じて長波長に行くに從つてその反射率は高い。

このことから、これらの試料は赤味を帯びることが推察できる。

尙これらの試料について、水溶性色素と脂溶性色素の主な吸收帯の吸光値等を再錄すると次表のようになる。

試料 No.	3	4	5	6
水溶性色素(λ560mμ)	1.20	0.36	1.00	0.35
脂溶性色素(λ435mμ)	0.35	0.18	0.64	0.60
ノリの葉長 (cm)	7~8	3~4	5~6	3~4
反射率 %(λ560mμ)	4.9	6.5	5.6	6.5

第1報に述べたように、両色素共に乾ノリに対する溶剤量は同一量 (1 : 100) となつている。

そこでこの水溶性色素と脂溶性色素の吸光値と、その吸收帯の幅からみて、水溶性色素の最大吸收部の波長 560mμ の反射率について各試料を比較すると、生育水温等が異なつているが、葉長の大きいもの程反射率は低かつた。

即ち、葉長の大きいものは黒さを增していた。

IV. 室 内 實 驗

生育場の觀察結果では、水溫 28°C 內外に上昇した時には葉体は消失し、肉眼觀察は出來なくなつた。それで水溫の影響について室內実驗を行い、又脂溶性色素及び水溶性色素についても検討した。

(1) 水溫の幼葉に及ぼす影響

培養方法は硝子水槽に3立の海水を入れ、この培養器を木製の水槽に設置し、流水により水槽の溫度をなるべく一定に保つた。

光源として 100W の電球を照射したものと、照射しない場合とについて実驗した。この場合に

は太陽の間接光は除去していなかつた。

実驗に使用した幼体は6月22日及び7月6日に港内の離島附近から採取した 0.5mm 以下のものであつた。幼体が多数附着していた竹を長さ約 10cm 程に切取つて試料に供した。

海水は毎日生育場所附近の海水と交換し、幼体は時々日干を行つた。

水槽の溫度は 22°C から次第に上昇させ、28°C 内外まで実驗を行つた。

その結果は第6表のようになつた。

第6表　水溫の幼葉に及ぼす影響

経過日数	水溫 (°C)	室内の場合	電球照射の場合
1	22.0	+	+
2	22.0	+	+
3	22.0	+	+
4	23.0	+	−
5	24.0	+	
6	24.0	+	
7	24.0	+	
8	25.0	+	
9	25.5	+	
10	26.0	+×	
11	27.0	+××	
12	28.0	+×××	

表中 +…異常なし，　×…離　脫
　　−…死亡(白色に変化)

電球を上部 20cm より照射した場合には、水溫 22～23°C で4日目に白色に変化し、幼体は枯死したが附着している竹からは離脫しなかつた。

この原因については明らかでないが、再度実驗を行つた時も同様に4日目には枯死した。

室内で光を照射しない、即ち太陽光線の間接光で培養した場合には、水溫 25°C までは異狀を認められなかつた。然し水溫 26°C から幼体は枯死しないが、竹から離脫するのが現れた。水溫 27°C 以上では離脫する幼体が増加した。

(2) 水溫の色素に及ぼす影響

港内の生育場所に於いて或る程度成長したノリは、海中では水溫が上昇するに從つて葉体の色素は海水中に溶出し褪色するのが観察された。

室内実驗の場合は次のように行つた。

培養液はノリが生育していた海水を濾紙で濾過し、マツダ紫外線電球 (GR-1510) を 20～30 分間照射殺菌した後、第2報 (C) の組成の培養液を加え培養した。

使用したノリは6月22日採取した約5～6cm のものを用いた。尙光源として 100W の電球を水面上 20cm の位置から照射した。

水溫は 22～23°C 及び 26～27°C について実驗した。

第7表　水溫の色素に及ぼす影響

水溫 (°C)	色素 / 試料	Chlorophyll, Carotenoid 435 mμ	470 mμ	660 mμ	水溶性色素 495 mμ	560 mμ	620 mμ
22～23	対照	0.650	0.400	0.370	0.375	0.500	0.055
	1時間	1.180	0.530	0.650	0.350	0.514	0.095
	2時間	0.940	0.420	0.480	0.348	0.510	0.073
26～27	対照	0.555	0.230	0.260	0.440	0.620	0.105
	2時間	0.490	0.220	0.250	0.355	0.420	0.050

その結果は第7表に示すようになつた。

水溫 22～23°C で培養した場合には、Chlorophyll, Carotenoid 類等の色素は1時間目には対照ノリに比較して急激に増加したが、2時間目には稍減少した。

水溶性色素の 495mμ 及び 560mμ の吸光値は1時間目には余り変化が見られなかつたが、620 mμ の吸光値は幾分増加するように思われた。

更に 2 時間目には Chlorophyll, Carotenoid 類等の色素と同様に減少する傾向が見られた。

次に水温 26～27°C で 2 時間培養を行つた場合には、両色素共対照ノリに比較してむしろ減少し、特に水溶性色素 (620mμ) の減少が注目された。

いづれもこの場合の培養液の pH は 7.0～7.5 の範囲であつた。

即ち、室内実験に於いても水温 26°C 以上では、幼体は竹から離脱し、又脂溶性色素及び水溶性色素も減少している。

これらの点からも、養殖場に於いて夏季ノリが消失する水温は 25～26°C に限界があるものと云えよう。

V. 摘　　要

所謂夏ノリの生育状態と環境要因について検討し、脂溶性色素及び水溶性色素の変化について観察した。

1) 夏季ノリは水温 26°C までは生育するようであるが、28°C に上昇した時には消失するようである。

2) 夏季ノリを培養した場合、水溶性色素量の多い葉体は、2 日目には水溶性色素が溶出し、葉体は脆弱になり、これに反して、水溶性色素量の少ない葉体は、比較的丈夫であるように思われる。

3) 水溶性色素量は、幼体が成長するに従つて増加するように思われる。

4) 夏季ノリを培養した際には、脂溶性色素及び水溶性色素は、水温 26°C 以上では増加しなかつた。

終りに御指導と校閲をいただいた本所増殖部長谷田専治博士・利用部長谷井潔博士、又ノリの鑑定をいただいた黒木技官に深甚なる謝意を表す。

参　考　文　献

1) 木下虎一郎・澁谷三五郎 (1941)：北海道産アマノリの生活史に関する研究 (第 1 報). 日水試. **9** (6) 237.
——・——・———— (1949)：スサビノリの夏芽の養殖に関する研究 (第 2 報). 北水試. (2) 1～6.
———— (1950)：スサビノリの生活史とその養殖について. 北水試月報. **7** (8)32～39.
2) 殖田三郎 (1937～38)：アサクサノリの生活史に関する研究. 日水試. **6** (1～6). 91.
3) 佐野孝 (1955)：養殖海苔の色沢変化に関する研究 (第 1 報) 水溶性色素の変化について. 東北水研報告. (4) 243～261.
———— (1955)：養殖海苔の色沢変化に関する研究 (第 2 報) 脂溶性色素及び水溶性色素の変化について. 東北水研報告. (5) 64～78.
4) 新崎盛敏 (1948～49) 伊勢・三河産フクロフノリの生態学的研究 (1～11). 日水誌. Vol. 13. No. 4. **14** (4)

乾ノリに関する研究
第2報 ノリ簀についての考察※

梅本 滋・谷田專治

STUDIES ON "HOSHI-NORI" (DRIED FOOD, MADE FROM LAVER, *PORPHYRA TENERA* KJELLM)
II. ON THE DRYING TEMPERATURE OF LAVER WITH REGARD TO SOLAR RADIATION

By

Shigeru UMEMOTO and Senji TANITA

In the drying process of "Nori", chopped up lavers are thinly spread on mats of fine reed splints, then dried generally by the sun. However, this drying treatment is seriously affected by bad weather. To facilitate the drying process of lavers, a study was made on the drying temperature of laver. During the sun drying process, the temperature of the lavers became higher than that of the air, probably due to solar radiation. This temperature effect shortened the time necessary for drying. By the use of a dark colored mat (made of vinylchloride resine splints) a remarkable elevation of drying temperature was observed and this resulted a practical reduction of drying time.

I. 緒 言

乾ノリ製造の際の乾燥には、近年火力を用いる方法が考案されてきたが、日乾処理はまだ広く行われている。良質の製品をつくるためにも、又計画的な乾ノリ製造の作業の面からも、簀上に抄かれた生ノリは日乾当日の1日だけで乾しあがることが望ましい。日乾処理は天候の制約をうけ、往々にして1日では乾ききらずに2日以上に亘つて日乾を余儀なくされる場合も多いようである。かかる場合の製品は俗に「トメノリ」と称され、低品位のノリとして扱われている。湿つた状態で乾燥が長びくことは乾ノリ製品に大きな影響を及ぼしているようである。ノリの乾燥処理については、ノリを抄いて乾かすときの「ノリ簀」に検討の余地が残つているようである。従来広く使用されているノリ簀の原料であるヨシを大量に採取することは、近年次第に窮屈になつて来ている模様で、この点からもヨシ簀に代るものが考えられてよいであろう。ノリの乾燥所要時間の短縮によつて、ノリをできるだけ1日で乾しあげ、又トメノリとなつたにしてもなるべく乾いた状態で乾燥を翌日

※ 東北海区水産研究所業績 第90号

に持越すことを図るため、日乾時のノリの乾燥状態について検討を加えた。その結果、予期されることではあるが、日乾時のノリの温度を高めるとノリが早く乾くことを知り、従来のヨシ簀の代りに着色された塩化ビニール製の簀を用い、ノリの日乾に好結果を得たので報告する。

II. ノリ日乾処理の實態の一例

ノリ日乾処理の地理的条件や気象条件は夫々の土地で色々と異るものであろう。ノリが1日で完全に乾いたり、或は乾ききらないでしまつたりしている日乾処理の実態の一例として、塩釜の一業者の場合について調査した結果を第1表に示す。表中の数字は夫々の場合の日数である。晴天の日

第1表 ノリ日乾処理の実態* (日数)

日乾処理及び天候 / 年 月	原藻採摘	日乾処理	日乾処理進捗程度				日乾できず屋内に格納	天候**		
			1日で日乾を全部完了	一部は1日で日乾を完了したが，一部は未了で「トメノリ」となる	1日では日乾が未了で全部「トメノリ」となる	「トメノリ」を日乾して完了		晴	曇	雨又は雪
30年 1月	27	27	13	1	9	4	3	16	10	5
〃 2	20	23	9	4	5	5	4	15	9	4
〃 3	22	28	11	0	12	5	3	9	13	9
30 12	22	25	12	3	8	2	4	17	8	6
31 1	23	27	10	1	12	4	4	14	9	8
〃 2	25	26	9	8	7	2	4	17	10	2
〃 3	24	27	14	2	8	3	4	13	13	5

* 調査を行つた30年、31年とも、ノリ原藻の必要量は確保され、採摘に際して原藻の不足は感じなかつた。
** 天候は午前10時の観測記録

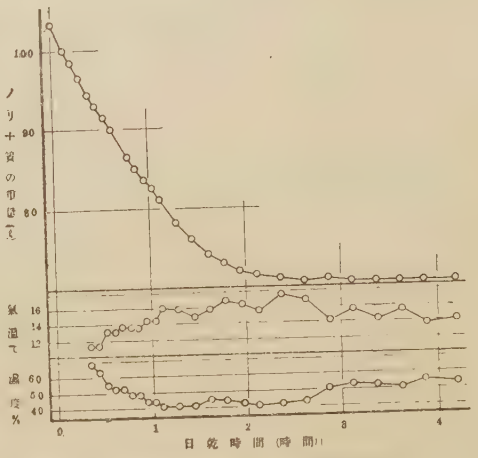
には午過ぎ頃にノリは乾しあがるが、日乾時に曇つて日光の照射がさえぎられたりすると、一部又は全部のノリは夕刻までに充分には乾ききらず、半乾きの状態で乾燥を更に翌日以降に持越す場合も多かつた。又悪天候（雨・雪・強風等）のために日乾を全く行うことができない時には、ノリは簀上に抄かれた状態で、或は原藻のままで屋内に格納され、天候の回復を待つことを余儀なくさせられる場合もあつた。第1表には気象観測記録の詳細は省略したが、天候・気温*・風向・風力・雲量・日照率* の記録とノリの日乾処理進捗程度を個々の日について検討してみると、ノリが1日で乾しあがつているか否かと、日乾処理当日の雲量・日照率との間には関連があるようで、日光の照射が日乾処理の進捗に好結果をもたらしているように見受けられた。

III. 實　　驗

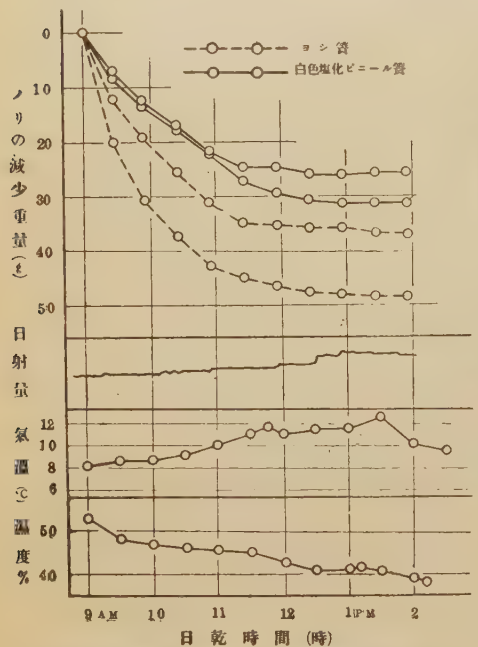
簀上に抄かれたノリは日乾され、水が蒸発するにつれて、ノリは次第に乾いてくる。日乾時に「ノリ＋簀」の重量をはかり、ノリの乾燥経過をみた結果の一例は第1図の様で、水は漸減している。この場合、気温・湿度とノリの乾燥経過との間の関係は明らかではなかつた。

* 東北水研増殖部の観測資料による。

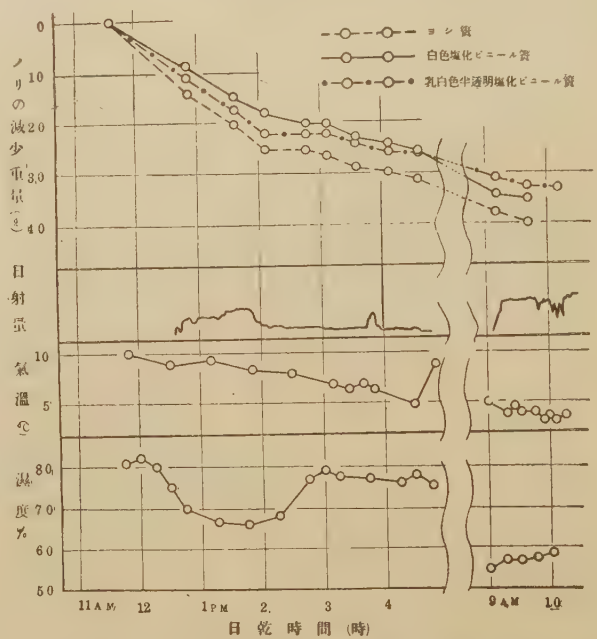
第1報[1]で、従来使用されているヨシ簀は可成り大量の水を保持し、ノリを乾かす処理には同時にヨシ簀に附着している水を乾かさなければならぬ処理が伴つていることを述べた。従つて吸水性の小さい簀を用いるならばノリを乾しあげるために除去しなければならぬ水の量は少くなる訳で、これが日乾所要時間に及ぼす影響をみた。即ち吸水性の小さい簀として白色不透明又は乳白色半透明の塩化ビニール製の細いパイプ（径 1.5～2 mm）でつくつた簀にノリを抄いて乾かした。その乾燥経過を第 2・3 図に示す。気温・湿度・日射量（ロビッチ日射計を使用）も同時に観測した。実験に供した吸水性の小さい塩化ビニール製の簀（以下V簀と略記する）はヨシ簀にくらべ、ノリ



第1図　日乾処理時のノリの乾燥経過
日乾：9AM－1PM；天候：快晴



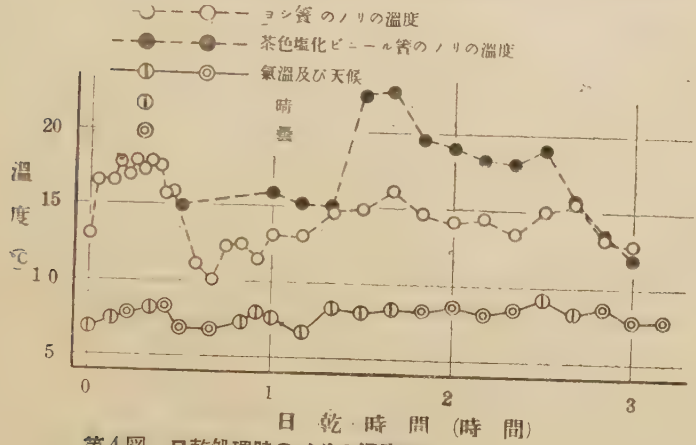
第2図　日乾処理時のノリの乾燥経過（日乾処理1日で完了）ヨシ簀及び白色塩化ビニール簀を使用　天候：晴



第3図　日乾処理時のノリの乾燥経過（日乾処理は2日に亘る）ヨシ簀及び塩化ビニール簀（白色及び乳白色）を使用　天候：薄晴－曇－晴

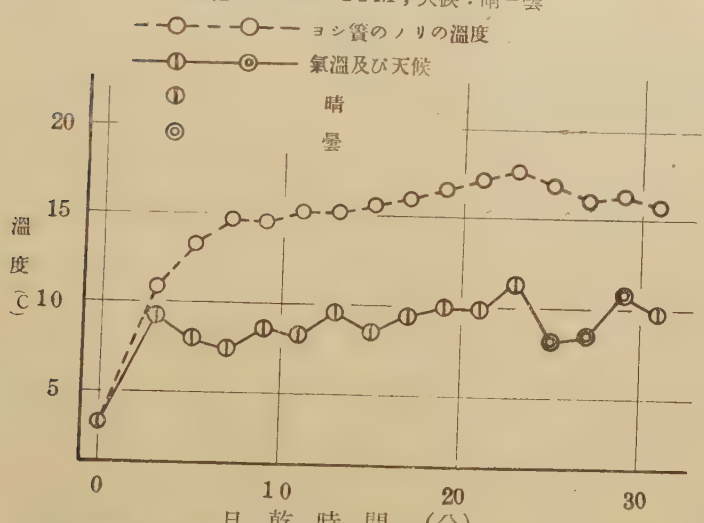
の乾燥所要時間の短縮に大きな効果があつたようには見受けられず、却つて乾きが遅い場合さえも見られた。このことは簀の保水量の大小以外に、ノリの乾燥所要時間の長短に関与する別の要因を考えなければならぬことを示すものであろう。第2・3両図に於て、ノリの乾燥経過と日射量変化との間には関連がありそうに見える。乾燥速度に関連する要素としては日乾処理の場合には日射の

有無が考えられる。即ち日射を受けて乾燥さるべきものの溫度が高まるときには、その溫度での水の飽和蒸気張力と外気の水蒸気張力との差が大きくなり、水の蒸発が盛んになると考えられる[2]。V簀がその保水量の小さいのにも拘わらず、ノリの乾きが早くないのは、之等の簀の色が白色又は半透明であるので、太陽からの輻射熱を吸収することが小さいためであるまいかと考えられ、茶色・黒色の V簀でノリの乾き具合いを見たところ、ヨシ簀にくらべノリが早く乾くことを知つた。このことから太陽の輻射熱の吸收による日乾時のノリの溫度の上昇が乾燥所要時間の短縮に大きな影響を及ぼしているものと考えられ、日乾処理時のノリ及び簀の溫度を測定した。尙溫度の測定には熱電対を使用した。



第4図　日乾処理時のノリの溫度変化
日乾：10 AM—1 PM；天候：晴－曇

日乾をはじめてからノリが乾き終るまでの間のノリの溫度変化について得られた結果を第4図に示す。日乾開始直後簀で上に抄かれているノリがまだ濡れているときでも、又乾燥が進んでノリが殆んど乾いてきているときでも、ノリの溫度は気溫よりも可成り高い。茶色 V簀のノリはヨシ簀のノリよりも早く乾いており、溫度は茶色 V簀上のノリの方がヨシ簀上のそれよりも可成り高い値を示している。丸一等[3]は魚の日乾の際に、魚肉の溫度が気溫よりも高くなることを報告している。第4図にみられるようにノリは日乾開始直後も高い溫度を示していたので、日乾初期のノリの溫度を測定した。その結果は第5図にみられるように、日乾開始から約10分までの間にノリの溫度は急激に上昇している。



第5図　日乾処理直後のノリの溫度変化
日乾：10 AM；天候　晴－曇

このように日乾時のノリの溫度はノリの乾燥と深い関係があると考えられたので、数種の簀につ

いて日乾時の溫度を比較した。即ち黒•茶•白の3種の色のV簀及びヨシ簀を用い、表乾し、裏乾し*, 簀上のノリがまだ濡れているとき、もう大分乾いたとき等の各種の条件下でのノリの溫度を測定し、第6図に示す結果を得た。日光の照射をうけているときには黒色・茶色V簀はヨシ簀にくらべノリの溫度は高く、白色V簀に於てはヨシ簀よりも低い。曇つて来て日光の直射をうけなくなると、どの簀でもノリの溫度に大差はなくなる。

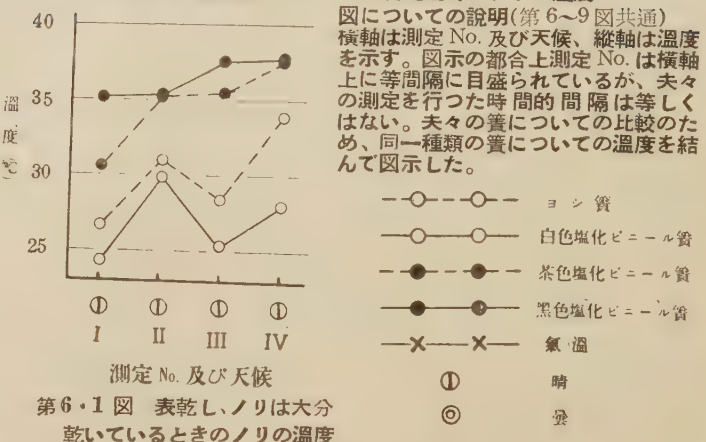
簀の面（日光の照射をうけていない側の面について）の溫度を測定した結果は第7図に示すように、黒色•茶色V簀はヨシ簀よりも溫度が高く、白色V簀はヨシ簀よりも溫度が低い。

注射針型の熱電対をパイプ内に挿入して、簀の内部の溫度を測定した結果を第8図に示す。黒色・茶色V簀はヨシ簀よりも溫度が高く、白色V簀はヨシ簀よりも低い。尙V簀では簀をつくつているパイプの太さによつて溫度が異るようで、細いパイプは太いパイプよりも溫度が高い傾向があるように見受けられた。

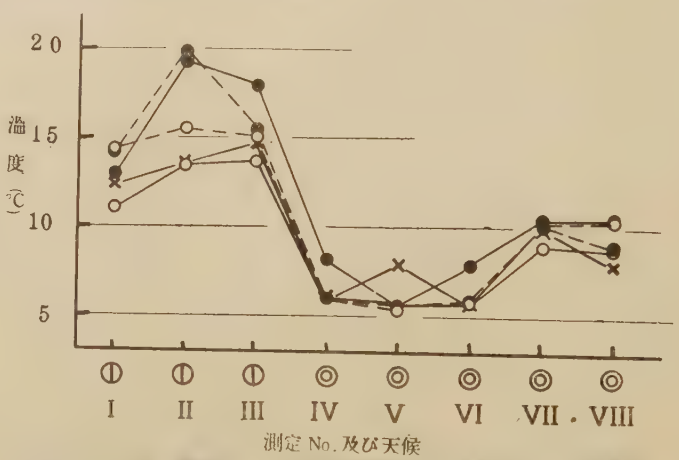
第7•8図に於て、日光の照射を受けている限りでは黒色・茶色V簀の溫度はヨシ簀よりも高く、こ

* 簀上に抄かれているノリの面を太陽光に向けて乾かすのが表乾し、その反対が裏乾し。

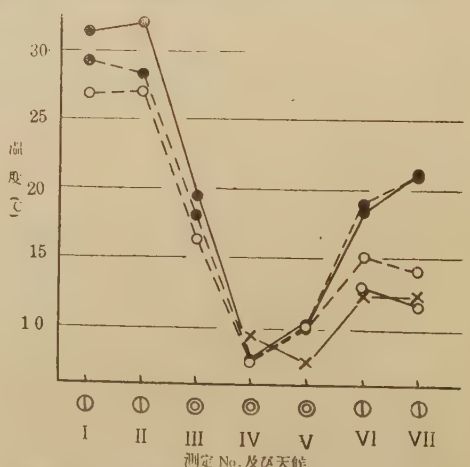
第6図　各種の簀についての日乾処理時のノリの溫度



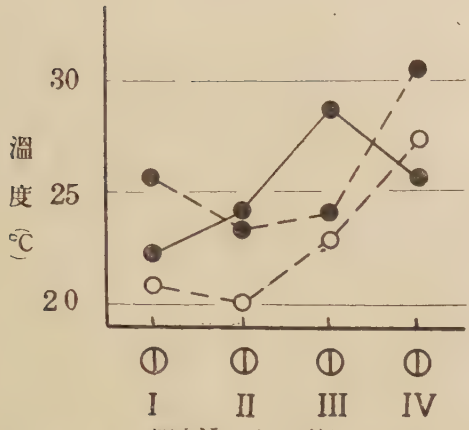
第6・1図　表乾し、ノリは大分乾いているときのノリの溫度



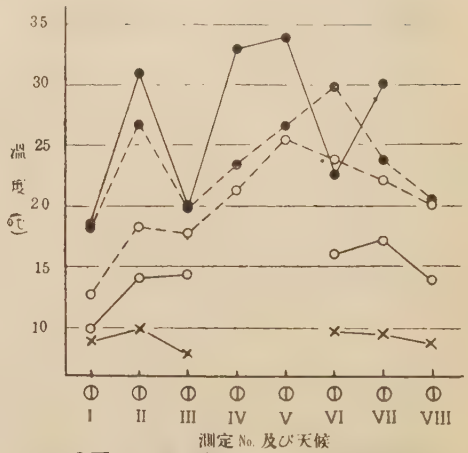
第6・2図　裏乾し、ノリはまだ濕つているときのノリの溫度



第6・3図　裏乾し、ノリは大分乾いているときのノリの溫度

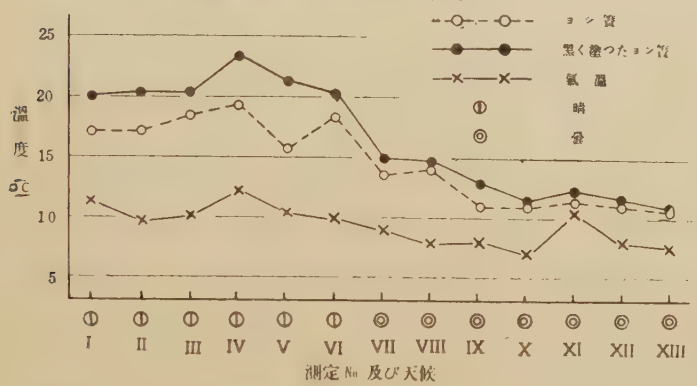


第7図　各種の簀についての日乾処理時の簀の面の温度
（図及び記号の説明については第6図参照）

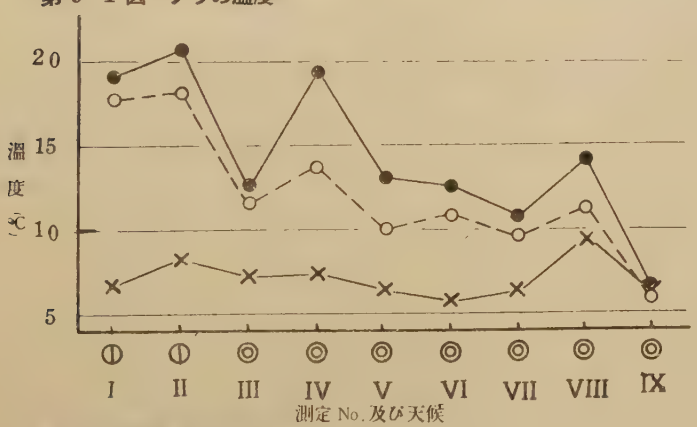


第8図　各種の簀についての日乾処理時の簀の内部の温度
（図及び記号の説明については第6図参照）

第9図　黒色に塗つたヨシ簀で日乾処理したときのノリの温度と簀の内部の温度
（図についての説明は第6図参照）



第9・1図　ノリの温度



第9・2図　簀の内部の温度

れが日乾時のノリの温度を高めノリの乾燥所要時間の短縮に大きな効果をもたらしているものと考えられる。

簀の色が上記のように日乾時のノリの温度を高めるのに効果のあることを知つたので、従来使用されているヨシ簀を着色した場合の効果について調べた。即ちヨシ簀の片面に黒色のエナメルを塗つて着色し、その裏面の着色していない面にノリを抄いて日乾した。黒く着色したヨシ簀のノリは対照の無処理のヨシ簀のノリよりも幾分早く乾き、乾燥所要時間の短縮の効果は認められたが、それが実用的になると期待できる程の大きさの効果とは考えにくかつた。尚このときの温度を測定した

結果は第9図で示されるように、日乾時のノリ及び簀の温度は簀を着色したことによつて高くなつていることが知られた。

有色V簀を使用したときの、ノリ乾燥所要時間の短縮の実際面での効果をみるために、茶色V簀約100枚を使用して、約50日間ノリの日乾処理を試みた。使用した茶色V簀の色調は「新色名帖」[4]によれば暗い茶、4（色相）−12（明度）−4（彩度）である。日乾成績を第2表に示す。表

第2表　塩化ビニール簀（茶色）とヨシ簀でのノリの日乾成績の比較*　（日　数）

簀の種類 ＼ 日乾処理及び天候	日乾処理	日乾処理進捗程度					天候		
		1日で日乾を全部完了	一部は1日で日乾を完了したが、一部は未了で「トメノリ」となる	1日では日乾が未了で全部「トメノリ」となる	「トメノリ」を日乾して完了	日乾できず屋内に格納	晴	曇	雨又は雪
対照（ヨシ簀）	39	19	6	8	6	5	22	16	6
茶色V簀		25	0	7	7	5			

*　試験期間　昭和31年2月15日−4月3日（内3日欠）

中の数字は夫々の処理を行つた日数である。V簀の使用によつて日乾未了で「トメノリ」となる日数がヨシ簀の場合より少く、日乾を1日で完了する日は多くなつており、茶色V簀の乾燥所要時間短縮の実用的な効果は期待できよう。併しその効果は、晴か又は晴～曇の天候のときに期待できるもので、終日曇天の場合や雨天の場合にはノリの乾燥を日乾に頼る限り、このV簀に期待するのは無理である。天候がノリの乾燥に好適であつたときには、茶色V簀を使用してノリを1日に2回乾しあげることができた。ヨシ簀では簀トメにしたとき、ヨシの内部に水が浸みこむのが観察されるが、V簀では簀自身は殆んど水を吸わないので、簀トメ中にもノリは幾分乾くのが見られた。

ノリ簀の実用性の見地から2，3附言すれば、上記のノリ乾燥所要時間以外に考慮しなければならぬ大きな問題として剝離性がある。日乾処理時には簀上に抄かれたノリが適度に簀に展着されてノリの長方形の形が歪まないように保たせ、乾燥後はノリの形を損傷することなしに完全な形で簀の面からノリを簡単にはがすことができる必要がある。V簀は使用開始の最初の2，3回目迄は剝れすぎる不都合があつたが、それ以後は適度の剝離性を示し、ヨシ簀と比較した一例は第3表のようでである。V簀は使用の回数を重ねるにつれて少しづつその剝離性が低下する傾向があるが（この傾向はヨシ簀でも認められ

第3表　塩化ビニール簀（茶色）とヨシ簀の剝離性の比較*

簀の種類	供試枚数	剝離性の難易		
		易	普通	難
対照（ヨシ簀）	223	57	157	9
V簀	93	30	63	0

*　日乾を終つたノリを簀からはがし、そのときのはがれ具合いを官能的に易・普通・難の3階級に分けて判定を行つた。表中の数字は夫々の剝離性をもつていた簀の枚数を示す。V簀は使用回数26回目のもの。

る)、約2ヶ月間は使用に充分耐える程度の剝離性を保持した。剝離性が低下したときには、撥水性シリコーンを簀の表面に塗布することによつて簀に適度の剝離性を与えることができた。尙簀の剝離性については別に詳細を報告の予定である。V 簀で日乾してできた乾ノリ製品はヨシ簀を使用した製品にくらべ、香気・風味・色沢等がすぐれ、品質はよかつた。

V簀の耐久性については、実験期間が短かいためまだ充分な資料が得られていないが、V簀は日光に曝したことによつてその物理的強度が低下したようには見受けられず、実験室内に置いて製造後3年を経過したもので老化したようにも見受けられない。

V簀の色としては、日乾時に太陽の輻射熱の吸收の適度によいもの*、即ち赤外線の吸收能が適度の色[5]であることと、簀上にノリを抄く操作のためにはノリの色と区別され易い色であることが望ましい。薄鼠・青・緑・茶等の系統の色がよいと考えられる。此等の色の塩化ビニールの薄板について日光照射時の溫度を測定したところ、茶色と大差なかつた(各種の色のパイプを入手できなかつたので薄板を使用した)。

塩化ビニールは熱可塑性をもつており、実験に供したV簀は溫度の上昇に伴い幾分か軟化する場合も認められたが、乾ノリ製造時の諸作業での不都合は全くなかつた。併し火力乾燥用の簀としては軟くなりすぎる場合があり、適当とは考えられなかつた。

IV. 摘　　要

1. ノリの日乾処理を主に簀について検討した。
2. 日乾処理時のノリ及び簀の溫度を測定した。ノリの溫度は気溫よりも高い。これは太陽の輻射熱の吸收によるものと考えられる。
3. ノリの日乾所要時間は、日乾処理時のノリの溫度が高いと短縮される。
4. 従来広く使用されているヨシ簀の代りに、太陽の輻射熱を適度に吸收する有色の塩化ビニール製の簀を用いるときには、日乾時のノリの溫度を高め、乾燥所要時間の短縮に効果があつた。

終りに臨み、種々御教示をいただいた谷井利用部長、東海区水産研究所右田技官、気象観測器材の借用を快諾された東北大学理学部加藤教授、実験に御協力いただいた八百和子氏、阿部泰三氏、実験用試料ノリの調製に多大の便宜を与えられた和泉千吉氏の各位に厚く謝意を表する。又本研究に使用のための塩化ビニールパイプの試作に当つては永峰セルロイド株式会社の御盡力をいただいたことを附記し、併せて感謝の意を表する。

文　　献

1) 梅 本 滋：東北水研研究報告 (4) 283-293 (1955)
2) 岡田光世・井上直：乾燥の物理 (水産製造工学講座) p. 38-41, 東京、厚生閣 (1944)
3) 丸一禎藏・島津禎彦・日野佳明：日水誌 **21**, 437-440 (1955)
4) 日本色彩研究所：新色名帖, 東京, 日本色彩社 (1954)
5) 東京芝浦電気株式会社：赤外線資料 (1) 21 (1950)

* 日乾時にノリの温度があまり高くなるときにはノリの乾きすぎがおこり好ましくない。

既刊　東北海區水產研究所　研究報告

第 1 號　（昭和27年6月發行）

業績番號			頁
第10號	東北海區に來游するカツオのポピユレーションに就いて……	川崎　健	1
第11號	音響測深儀に記錄されたカツオマ・マグロ群の像……	木村喜之助 岩下光男 服部稔郎	15
第12號	東北海區に於ける底魚の消化系と食性に就いて　第1報　キチヂ……	三河正男	20
第13號	東北海區產アブラガレイ *Athersthes evermanni* JORDAN & STARKS に就いて　第1報　年令査定の基礎的研究……	甲　二郎	25
第14號	底曳網の模型試驗（第1報）……	猿渡安三 田邊達男 井河光雄 達正夫	35
第15號	東北海區產サメガレイ *Clidoderma asperrmum* TEMMINCK & SCHLEGEL に就いて　第1報　年令査定の基礎的研究……	甲　二郎	43
第16號	魚類の標識放流方法に關する一資料……	猿渡安三 笠原康平	50
第17號	ブリの產卵場・產卵期に關するブリの卵巢の調査……	木村喜之助	54
第18號	垂下養殖カキの附着生物に關する研究　第1報　ムラサキイガイ（*Mytilus edulis* LINNÉ）の驅除について……	佐藤省吾 武田忠郎	63
第19號	松島灣附近のシジミに關する研究……	谷田專治 平野和夫	68
第20號	アブラザメ（*Squalus suckleyi G.*）の肝臟色彩とビタミンA濃度との關係	山村彌六郎	83
寄　稿	海況の變化に關する漁業生物學的研究……	畑中正吉	88

第 2 號　（昭和28年11月發行）

第22號	東北海區金華山沖に於けるカツオ主漁場の成立に就いて……	北野清光	1
第23號	カツオに寄生する鉤頭虫類の1種（*Rhadinorhynchus katsuwonis* HARADA）の寄生率について（豫報）……	堀田秀之 小川達	11
第24號	薩南海區のカツオ幼魚の分布について……	堀田秀之	19
第25號	釣上直後のカツオの体温に就いて（特に血合筋の異常高温に關して）……	福島信一	22
第26號	東北海區に於ける底魚類の消化系と食性について（第2報）サメガレイ・ババガレイ……	三河正男	26
第27號	ババガレイの年令査定及び成長……	笠原康平	37
第28號	ナメタガレイ *Glyptocephalus stelleri* の年令に關する基礎的研究……	橋本良平	49
第29號	垂下養殖カキの附着生物に關する研究　第2報　季節的變化……	谷田專治 佐藤省吾	56
第30號	アマノリ類の生活史の研究　第1報　果胞子の發芽と成長……	黒木宗尙	67
第31號	アサクサノリの糸狀体の單胞子放出に就いて……	黒木宗尙	104
第32號	內灣底土中の可溶生榮養塩について　第1報　底土に含まれる可溶性榮養塩についての一考察……	奥田泰造	109
第33號	內灣底土中の可溶性榮養塩について　第2報　底土耕耘による榮養塩溶出の可能性について……	奥田泰造	118
第34號	アブラザメ（*Squalus suckleyi G.*）の体長と肝油のビタミンA濃度との關係……	山村彌六郎 武藤清一郎	126
第35號	寒天ジエリーの强度について　第4報……	谷井潔	134

第 3 號　　(昭和29年10月發行)

業績番號　　頁

第37號　カツオ群の性狀　第1報　東北海區のカツオ群を"付きもの"別に見た場合の各群の分布・餌付狀態・群の大きさに就いて……　木村喜之助

第 4 號　　(昭和30年3月發行)

第41號　東北海區における極前線帶とその變動について　第1報……　川合英夫　1

第42號　東北海區に於けるカツオ魚類の漁獲水温に就いて……　黒田隆哉　47

第43號　海區別カツオの食餌組成について……　堀田秀之・小川達　62

第44號　日本西南海區に來游するカツオの移動および成長に就いて……　川崎健　83

第45號　伊豆・小笠原及び東北海區におけるカツオの移動及び成長について……　川崎健　101

第46號　日本近海に於けるマルソーダカツオの季節的分布とその成長……　堀田秀之　120

第47號　底曳網漁獲量の群衆生態學的考察……　甲二郎　127

第48號　東北海區に於ける底魚類の消化系と食性に就いて第3報 アブラガレイ…　三河正男　136

第49號　アブラガレイの年令査定に就いて……　笠原康平　147

第50號　ヤナギムシガレイの年令に關する基礎的研究……　橋本良平　156

第51號　サメガレイの生態學的研究　第1報　肥滿度・生殖腺重量の季節的變化に就いて……　笠原康平　165

第52號　スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* (Steenstrup) の成長度と產卵期に就いて……　安井達夫・石戸芳男　173

第53號　機船底曳網の網目に依るキチヂ魚体長の選擇性……　丸山潔・小瀧一三　180

第54號　松島灣の水產資源に關する基礎研究 第1報 松島灣の底質について……　奥田泰造・佐藤省吾　187

寄稿　松島灣の水產資源に關する基礎研究 第2報 松島灣の底棲生物群集……　山本護太郎　208

第55號　內灣底土中の可溶性榮養塩について 第3報 底土に含まれている可溶性榮養塩の海水中への溶出に關する二・三の考察……　奥田泰造　215

第56號　養殖海苔の色沢變化に關する研究 第1報 水溶性色素の變化について…　佐野孝　243

第57號　乾燥・海水塩分・光線がアマノリ類の糸狀体 (Conchocellis 期) に及ぼす影響……　黒木宗尚・平野和夫　262

第58號　アサクサノリの糸狀体の單胞子放出について 第2報 放出の日週期……　黒木宗尚・平野和夫　297

第59號　乾ノリに關する研究 第1報 ノリの赤外線乾燥處理についての考察……　梅本滋　283

第60號　岩手縣沿岸河川の水質について……　佐野孝　294

第61號　アブラガレイのビタミンA含量の研究 第1報……　山村彌六郎・武藤清一郎　299

第 5 號　　(昭和30年10月發行)

第62號　東北海區における極前線帶とその變動について (第2報)……　川合英夫　1

第63號　日本近海のカツオの卵巢について……　八百正和　43

第64號　移殖サルボウの成長について……　谷田專治　53

第65號　養殖海苔の色沢變化に關する研究 第2報 脂溶性色素及び水溶性色素の變化について……　佐野孝　64

第66號　內灣底土中の可溶性榮養塩について 第4報 底土と海水間における可溶性無機燐の行動に關する一實驗……　奥田泰造　79

第67號　魚類肝臟及び其の他の器官におけるビタミンAの存在狀態に關する研究 (第1報)……　山村彌六郎　92

第68號　チクワ漂白の目的で行われている過酸化水素處理について檢討……　梅本滋　103

第 6 號　(昭和31年3月發行)

業績番號			頁
第70號	サメのビタミンAに關する研究 第1報 原科學的研究	山村彌六郎	1
第71號	Notes on the Inversion of the Upper Water Temperature in the Waters to the Northeast of Japan in Summer 〔BTの記錄から見た夏季東北海區における上層水温の逆轉について〕	Hideo Kawai	71
第72號	日本近海におけるビンナガマグロの生態について	川崎健・相澤幸雄	81
第73號	松島湾の水産資源に關する基礎研究 第3報 干潟の動物群集	谷田專治・山本護太郎・佐藤省吾	93
第74號	松島湾の水産資源に關する基礎研究 第4報 水質・底質並に底棲動物の季節遷移	谷田專治・奥田泰造	106

第 7 號　(昭和31年3月發行)

第75號	標準体長として測るべき魚体の部位に就いて	木村喜之助	1
第76號	東北海區に於ける漁獲サンマの体長組成に就いて	福島信一	12
第77號	サンマの肥滿度に就いて	福島信一・永沼璋	37
第78號	サンマの脂肪含有量の変動に就いて	長倉克男	54
第79號	サンマの食餌構成と攝餌行動に就いて	堀田秀之・小達和子	60
第80號	東北海區に於けるサンマ稚魚の分布と産卵魚の成熟狀態	小達繁	70
第81號	海況による魚群の集合・分離の一理論 第1報 東北海區秋季のサンマ漁場に關して	木村喜之助	103
第82號	昭和11年～18年時代の本邦サンマ流網漁況に就いて	木村喜之助	146
第83號	定置網の漁獲サンマに就いて	木村喜之助	184
第84號	津輕海峽周辺のサンマに就いて (東北水研・北海道水試　共同調査)	木村喜之助・堀田秀之・小達繁・福原昭・内藤政治	239
寄　稿	青森縣西海岸に於けるサンマ漁況	大高兼太郎	296

既刊 研究業績 (東北海區水産研究所　研究報告　以外の分)

業績番號

第1號　漂流瓶による海流調査 (第1報) 駿河湾の海流 (特に湾内の循環流に就いて)
……木村喜之助〔日本海洋學會誌，第5卷，第2～4號，p. 70～84 (1950)〕

第2號　東北海區カツオ魚体組成について
……山中一郎〔日本海洋學會誌，第5卷，第2～4號，p. 99～104 (1950)〕

第3號　異方性海洋に於ける定常吹送循環流に就いての一問題 第1報 解析的解法 (其の1)
……齋藤泰一〔日本海洋學會誌，第5卷，第2～4號，p. 130～142 (1950)〕

第4號　寒天ジエリーの强度について (其の3)
……谷井　潔〔日本水產學會誌，第16卷，第4號，p. 115～118 (1950)〕

第5號　アブラザメ燻製保存試驗 第1報 腐敗觀を呈する迄の日數と温度との關係
……山村彌六郎〔日本水產學會誌，第16卷，第10號，p. 433～434 (1951)〕

第6號　同　上　第2報 油脂の変化について
……山村彌六郎〔日本水產學會誌，第16卷，第11號，p. 510～512 (1951)〕

第7號　同　上　第3報 アンモニアの生成について
……山村彌六郎〔日本水產學會誌，第16卷，第11號，p. 513～516 (1951)〕

第8號　魚粉食用化に關する研究……東　　秀雄，新田　忠雄，長倉　克男，梅本　　滋
〔日本水產學會誌，第17卷，第6號，　p. 147～156 (1951)〕

第9號　アブラザメ肝臟のビタミンAに關する研究 第4報 季節的變化について
……山村彌六郎〔日本水產學會誌，第17卷，第11號，　p. 337～341 (1952)〕

第21號　サバの廻游路（サバ標識放流試驗結果）
……木村喜之助〔日本水產學會誌，第19卷，第4號，　p. 415～423 (1953)〕

第36號　NH_3-H_2O 系による寒天質の抽出について……谷井潔　（東北水研），絹卷　　烝（東北大學非水研）
（東北大學非水溶液化學研究所報告，第3卷，第2號，　p. 129～136 (1953)〕

第38號　魚肉の坐りについて (V) 座りの判定及び比較の方法
……梅本　　滋（東北水研），岡田　　稔（東海水研），右田　正男（東海水研）
（日本水產學會誌，第20卷，第4號，　p. 313～318 (1954)〕

第39號　サンマの黃色色素について（豫報）
……長倉　克男〔日本水產學會誌，第20卷，第4號，　p. 286～291 (1954)〕

第40號　NH_3-$C_3H_5(OH)_3$ 系依る寒天質の抽出について
……谷井　　潔（東北水研），絹卷　　烝（東北大學非水研）
〔東北大學非水溶液化學研究所報告，第4卷，第2號，　p. 133～142 (1954)〕

第69號　NH_3-H_2O 系抽出粗寒天の精製に關する研究
……谷井　　潔（東北水研），絹卷　　烝（東北大學非水研）
〔東北大學非水溶液化學研究所報告，第5卷，第2號，　p. 65～75 (1955)〕

既刊　出　版　物　（研究業績以外の重要出版物）

東北水研叢書

第1號　カツオに就いて　　(1952)，
第2號　カキの養殖　　(1952)，
第3號　海苔養殖に就いて　　(1952)，
第4號　サメの利用　　(1952)，
第5號　東北・北海道太平洋沿岸水域における機船底曳網漁業の禁止區域と網目について　(1952)，
第6號　東北海區の底魚　　(1956)，

東北海區水產研究所海洋資源年報

昭和24年度海洋調查篇　　(1952 發行)
昭和26年度底魚資源篇　　(1952　〃　)
昭和26–27年度底魚資源篇　　(1954　〃　)
昭和27–28年度底魚資源篇　　(1955　〃　)
昭和26年度カツオ資源篇　　(1955　〃　)
昭和26年度サンマ資源篇　　(1955　〃　)

東北海區水產研究所
研究報告（第8號）

印刷發行　昭和31年11月15日
編　輯　東北海區水產研究所
印刷者　相澤嘉造
東北印刷株式會社
仙台市教樂院丁6

發行所　東北海區水產研究所
宮城縣塩釜市東塩釜　電話1260番

CONTENTS

Odate, S. The Vertebral Number of the Saury, *Cololabis saira* (BREVOORT) I

Yamamura, Y. and Mutô, S. Studies on Vitamin A in the Shark. II. Analysis of the Unsaponifiable Matter of the Dog Fish Liver Oil (1) 15

Kurogi, M. and Hirano, K. On the Liberation of Monospores from *Conchocelis*-Phase of *Porphyra* (Experiment in the Sea) 27

Kurogi, M. and Hirano, K. Influences of Water Temperature on the Growth, Formation of Monosporangia and Monospore-Liberation in the *Conchocelis*-Phase of *Porphyra tenera* KJELLM. 45

Sano, T. Studies on the Colour Change of Cultured Lavers. III. On the change of Chlorophyll, Carotenoid and other Hydrochrome of so-called "Natsu-nori" (*Porphyra tenera* KJELLM. round type) 62

Umemoto, S. and Tanita, S. Studies on "Hoshi-nori" (Dried Food made from Laver, *Porphyra tenera* KJELLM.). II. On the Dryng Temperature of Laver with regard to Solar Radiation..... 70